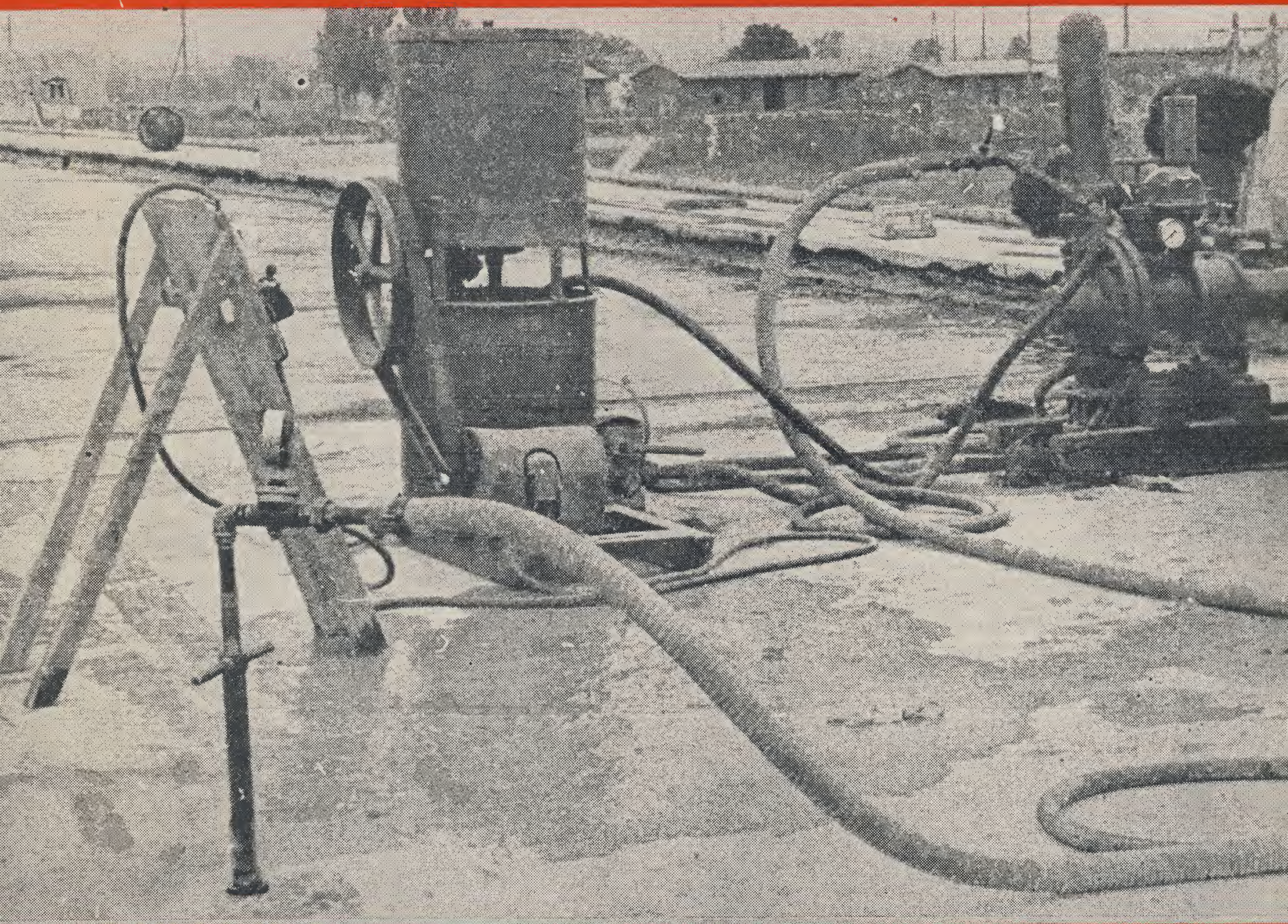
GRAĐEVINAR

3
ČASOPIS DRUŠTVA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA I TEHNIČARA N. R. H.
GODINA XI
OŽUJAK 1959



INJEKTIRANJE RADNE FUGE NA NOVOM MOSTU U JANKOMIRU

9502

»GRAĐEVINAR«

GOD. XI. **BROJ 3**

SADRŽAJ

SARADNICI!

OLAKŠAJTE RAD REDAKCIONOM ODBORU I UREDNIKU

Ako želite da Vaš članak bude što prije objavljen, držite se uputa:

DVA PRIMJERKA tipkana na stroju potpuno spremna za štampu neophodno su potrebna;
tipkanje PROREDOM sa slobodnim RUBOM 5 cm ŠIRINE s lijeve strane omogućuju unašanje potrebnih korektura na jasan i pregledan način;
CRTEŽI IZRAĐENI TUŠEM jedino mogu da se upotrebe za izradu klišeja; slova i brojke na crtežima moraju bit tako veliki, da nakon smanjenja na format lista (8 odn. 16,5 cm širine) budu najmanje 1 mm visoki; svi naknadni ispravci crteža idu na račun autora;
fotografije kontrastne na sjajnom papiru daju dobre klišeje;
popis crteža i slika s rednom numeracijom olakšava orijentaciju, pa se izbjegava zametanje; sve slike priložiti odvojeno od teksta;
jasno i koncizno izražavanje u duhu jezika olakšava čitanje i povećava razumljivost, a štedi i na skupocijenom prostoru u listu.
Više slika, manje teksta — Vašem će se radu pokloniti više pažnje!

Čitaoci traže više članaka na manje stranica; zadovoljite čitaoce, oni će Vam biti zahvalni!

Svi se objavljeni radovi honoriraju po tarifi, slike se računaju kao tekst.

RUKOPISI SE NE VRAĆAJU, zadržite za sebe kopiju!

Časopis izdaje: Društvo građevinskih inženjera i tehničara NRH, Zagreb, Berislavićeva ul. 6.

Glavni urednik: Dr. ing. Ervin Nonveiller.
Tehnički urednik: ing. Lida Zlatić.

Administracija: Zagreb, Berislavićeva 6 — Tel. 38-114 — Tek. račun kod Komunalne banke Zagreb 400-703-5-1151

Tisak »TIPOGRAFIJA« grafičko-nakladni zavod, Zagreb

»GRAĐEVINAR«

ČASOPIS DRUŠTVA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA I TEHNIČARA HRVATSKE

ZAGREB, BERISLAVIĆEVA 6 — TEL. 38-114

12 BROJEVA GODIŠNJE S AKTUELNIM I INTERESANTNIM SADRŽAJEM

Časopis izlazi svakog mjeseca, i to najmanje na 32 stranice. Pretplata iznosi godišnje:

za poduzeća i ustanove	Din	1.600.—
za ostale pretplatnike	„	900.—
za đake Građevinske srednje tehničke škole i studente Građevinskog fakulteta . .	„	400.—
pojedini broj	„	80.—
za inostranstvo	„	4.000.—

Pretplate za pola godine su srazmjerno za 10% skuplje.

Pretplata se plaća unaprijed na tek. račun 400-703-5-1151 ili u administraciji časopisa dnevno od 10 do 12 sati.

»GRAĐEVINAR« časopis Društva građevinskih inženjera i tehničara N. R. H. ima razvijenu oglasnu službu s ovim kategorijama oglasa:

1. **Oglašivanje privredne djelatnosti**

naslovna strana	Din	30.000.—
omotne strane	„	25.000.—
ostale strane 1/1	„	20.000.—
ostale strane 1/2	„	12.000.—
ostale strane 1/4	„	8.000.—

2. **Ponuda i potražnja materijal, najam strojeva i inventara, oglasi licitacije**

strana 1/1	Din	25.000.—
strana 1/2	„	15.000.—
strana 1/4	„	10.000.—

3. **Ponuda i potražnja namještenja**

strana 1/1	Din	30.000.—
strana 1/2	„	18.000.—
strana 1/4	„	12.000.—
strana 1/8	„	7.000.—

Oglasi se primaju do najmanje 10 dana **PRIJE IZLASKA LISTA.**
Kod narudžbe za oglas u više uzastopnih brojeva 10% popusta.
Ako se oglas naruči izravno u našoj administraciji dajemo 10% popusta.
Svaki oglas u našem listu čitaju svi građevinari u zemlji!

OGLAŠUJTE U »GRAĐEVINARU«!

GRAĐEVINAR

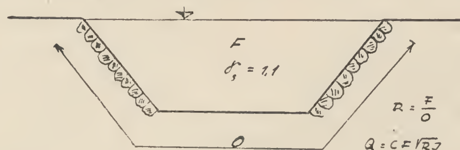
GOD. XI. OŽUJAK 1959 BROJ 3

DIMENZIONIRANJE OTVORENIH KORITA SA STIJENKAMA RAZLIČITE HRAPAVOSTI

Dr. ing. **Elimir Svetličić**, Zagreb

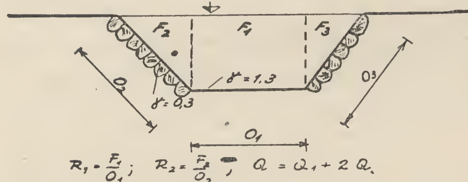
Uvod

Kod jednostrukih profila s različitom hrapavošću jedni dijele profil u sektore utjecaja, drugi ga ne dijele, već s obzirom na različitu hrapavost stranica uzimaju koeficijent hrapavosti γ ili n



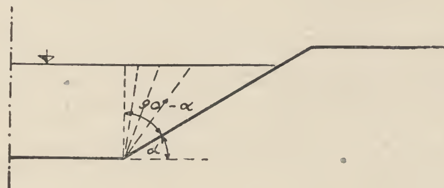
Slika 1.

procjenjujući prosječne vrijednosti različitih koeficijenata hrapavosti, koje su zastupane na omočenom obodu profila.



Slika 2.

Može se reći, da i podjela profila s obzirom na utjecaj hrapavosti, prema osjećaju hidrauličara nema nikakva teoretskog opravdanja. Uzet ću najosnovniji primjer, da dokažem apsurdnost takva



Slika 3.

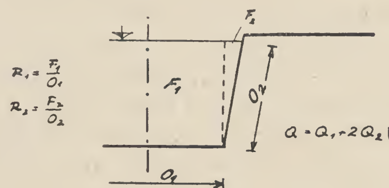
načina podjele profila. U trapeznom profilu sa stranicama iste hrapavosti mijenjat ću nagib stranice idući pokosom od kuta $90 - \alpha$ na kut $\alpha = 90$ ili $90 - \alpha \rightarrow 0$.

Dok je kut $\alpha < 90^0$, protok se u profilu računa podjelom, t. j.: Kod vrlo malenog kuta $90 - \alpha$ trebalo bi računati na isti način, kao u sl. 2 i 4.

No, kako da se računa, ako je granična vrijednost $\alpha = 90^0$? Na to pitanje nema odgovora, već se kod granične vrijednosti, gdje je $F_2 = 0$, pravi skok i nastali pravokutnik računa se tako, da se dosadašnjem omočenom obodu O_1 dodaju još dva omočena oboda O_2, t. j.:

$$R = \frac{F_1}{O_1 + 2\,O_2}; \quad F_2 = 0; \quad Q = Q_1 + 0$$

Dakle, do takvih hidrauličkih paradoksa dolazi se zbog toga, što još dosad nije pravilno postavljena funkcija hidrauličkog radijusa s obzirom na različite hrapavosti. Točnost rezultata u hidrauličkim računima ovisila je više ili manje o načinu određivanja hidrauličkog radijusa. U vezi s gornjom konstatacijom teško je reći, što je bilo bolje: računati hidraulički radijus s obzirom na cijeli profil ili na podijeljeni profil. U nekim slučajevima bolje je bilo jedno, a u nekima opet drugo. No, ni jedno ni drugo ne može se smatrati pouzdanim, jer nema teoretske osnove. Činjenice, koje sam iznio u vezi s dosadašnjim načinom primjenjivanja hidrauličkog radijusa i uopće tretiranja njegove funkcije u jednadžbi protoka, daju povoda za svestrano proučavanje tog problema, pa se i mnogi hidrauličari osvrću na dosad nerješiv problem pravilna primjenjivanja tog u hidraulici važnoga i osnovnog faktora za određivanje protoka u koritima. Tako na pr. doslovce citiram G. de Marchija (4), koji u svojoj »Hidraulici naučnih osnova i tehničke primjene« kaže: »Za struje sa slobodnom površinom (kanali) eksperimentalni podaci još uvijek se svode na nekoliko starih konstatacija, do



Slika 4.

kojih je došao Bazin. Sve su praktične formule izvedene uz pretpostavku, da je srednji radijus dovoljan kao hidraulička karakteristika za sve jednolike turbulentne struje, podrazumijevajući tu i struju sa slobodnom površinom ma kakvog oblika im prijesjek bio.« Ovakvo stanovište je bez teoretske osnove, a samo djelomično je opravdano empirijski. Ipak je njegova prednost u tome, što omogućuje lako obuhvatanje različitih procesa jednim jedinim oblikom relacije, koja važi za sve procese.

No ujedno ovo može da dovede do vrlo grubih predstava o stvarnim procesima.

Tečenje u otvorenim tokovima u mnogome je slično tečenju u cijevima, ali je izvođenje općih jednadžba i određivanje koeficijenata, kako teoretski tako i eksperimentalno, mnogo kompliciranije. Pri tečenju u cijevima pritisak je jednako raspoređen po opsegu prijesjeka, u otvorenim koritima sa slobodnom površinom jednak je atmosferskom pritisku, a na opsegu profila mijenja se po hidrostatičkom zakonu. Uz navedeno, kod tečenja u cijevima hrapavost je jednako raspodijeljena po obodu, a kod otvorenih korita u tom pravcu postoje razne varijacije. U dosadašnjem načinu određivanje hidrauličkog radijusa mana hidrauličkog radijusa sastoji se u tome, što on u sadašnjem obliku izražava isključivo omjer između protjecajne površine i omočenog oboda, bez obzira na njihovo međusobno razmještanje i bez obzira na hrapavost stijenki. Nije svejedno, je li odnos protjecajne površine i omočenog oboda u matičnom koritu i u inundaciji postavljen posebno za korito i posebno za inundaciju, ili je postavljen zajedno. U tom pravcu nije svejedno, da li se postavlja jednako omjer F : O kod jednostrukih ili kod višestrukih profila.

Zbog toga je u dosadašnjem načinu tretiranja funkcije hidrauličkog radijusa kod određivanja srednje brzine u Chézyjevoj formuli $v = C\sqrt{RI}$, naročito kod različite hrapavosti stijenki profila, dolazi do vrlo grube i apsurdne predodžbe o stvarnim procesima kod tečenja u otvorenim koritima uopće. Dosadašnji opći pojam hidrauličkog radijusa bio je dovoljan kao hidraulička karakteristika prijesjeka pri tečenju u cijevima, no pri tečenju u otvorenim tokovima taj pojam zadovoljava samo kod jednostrukih profila sa stranicama iste hrapavosti, a kod višestrukih profila iste hrapavosti i jednostrukih profila različite hrapavosti stranica ne zadovoljava u načinu postavljanja jednadžbi za funkciju toka.

Razmatranje o funkciji hidrauličkog radijusa kod raznih profila — Teoretske osnove

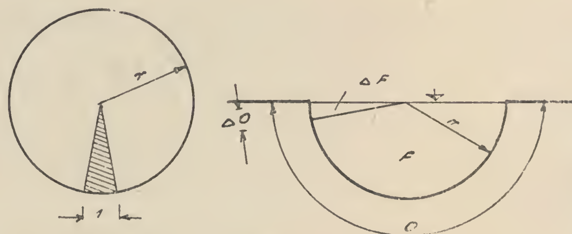
Hrapavost cijevi obično je po cijelom obodu prijesjeka ista. Kod otvorenih tokova postoji velika razlika između utjecaja trenja na promjenu srednje brzine u dodiru vode s čvrstim stranicama korita i u dodiru vode sa zrakom na slobodnoj površini. Kod kružnih se prijesjeka pri posve ispunjenom profilu može odrediti, koliko od cjelokupnog protjecajnog prijesjeka otpada na jedinicu dužine omočenog oboda, odnosno može se odrediti utjecajna zona jedinice dužine omočenog oboda na cijeli protjecajni prijesjek. Isto se tako kod polukružnog profila može odrediti utjecajna zona jedinice dužine na cijeli protjecajni prijesjek.

Hidraulički je radijus u jednom i drugom slučaju:

$$R = \frac{\Delta F}{\Delta O} = \frac{F}{O}.$$

Na pr.: $\Delta F = \frac{1}{10} F$, $\Delta O = \frac{1}{10} O$;

$$R = \frac{\Delta F}{\Delta O} = \frac{F}{O} = \frac{r^2 \pi}{2r\pi} = \frac{r}{2}.$$



Slika 5.

Ako kružnicu ili polukrug zamislimo kao mnogokut, tada bi omočeni obod bio $n \cdot \Delta O$, a ukupna površina $n . \Delta F$. Srednja vrijednost hidrauličkog radijusa bit će, budući da je $\frac{\Delta F}{\Delta O} = \frac{r}{2}$:

$$R_s = \frac{\sum_1^n \Delta F \cdot r/2}{\sum_1^n \Delta F} = \frac{r}{2}.$$

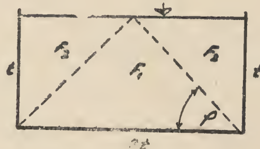
Dakle, kod kružnog i polukružnog profila hidraulički radijus uvijek je $\frac{r}{2}$, i to za cijelu kružnicu, polukrug ili njihove parcijalne vrijednosti površina. Isto je tako i srednja vrijednost hidrauličkih radijusa parcijalnih vrijednosti uvijek $\frac{r}{2}$.

Analogno prednjem zaključku možemo postaviti definiciju: Za izračunavanje srednjeg hidrauličkog radijusa *svaka stranica mnogokuta i pripadna joj trokutna površina moraju u odnosu dotične površine i pripadne joj stranice mnogokuta dati kvocijent* $R = \frac{r}{2}$, t. j. polovicu visine trokuta ili srednju dubinu.

Prema tome, kružnica i polukrug — i pored toga, što su hidraulički najpovoljniji prijesjeci — imaju i hidrauličke radijuse parcijalnih veličina $\frac{F_1}{O_1}$, $\frac{F_2}{O_2}$ prema prednjoj podjeli površina jednake srednjem hidrauličkom radijusu $\frac{\Sigma F}{\Sigma O}$.

Prema iznesenom možemo postaviti analogan zaključak za pravokutni profil, t. j. kada će pravougaoni profil imati najpovoljniji srednji hidraulički radijus. Odgovor bi prema gornjoj definiciji bio: pravokutnik će imati najpovoljniji srednji hidraulički radijus onda, kad svaka stranica pravokutnika i pripadna joj površina u odnosu površine i stranice dade kvocijent $R = t/2$. Taj će slučaj nastupiti, kad jedna stranica pravokutnika bude

2 t, a dvije stranice t, te će tvoriti dvije površine F_2 i jednu površinu F_1.



Slika 6.

$$R_1 = \frac{F_1}{O_1} = \frac{2\,t \cdot t}{2 \cdot 2\,t} = \frac{t}{2}; \quad R_2 = \frac{F_2}{O_2} = \frac{t \cdot t}{2 \cdot t} = \frac{t}{2}.$$

Prema tome, hidraulički radijus svakog trokuta jednak je polovici visine u tom trokutu, t. j. t/2.

Prosječni odnosno srednji hidraulički radijus bit će

$$R_s = \frac{F_1 R_1 + 2 F_2 R_2}{\Sigma F} = \frac{\Sigma F}{\Sigma O} = \frac{t}{2}.$$

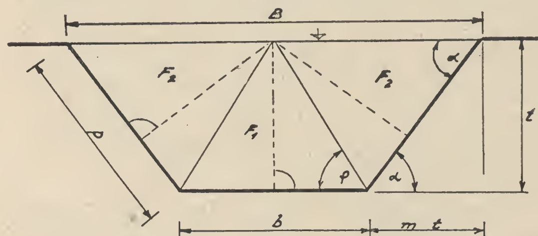
Dakle, kod podjele na zone utjecaja prema gornjem načinu dobiva se u prosjeku hidraulički radijus, koji je jednak t/2, t. j. upravo onaj hidraulički radijus, koji je jednak hidrauličkom radijusu cijele površine pri cijelom omočenom obodu odnosno

$$R = \frac{\Sigma F}{\Sigma O} = \frac{F_1 + 2 F_2}{2\,t + 2\,t} = \frac{2\,t^2}{4\,t} = \frac{t}{2}.$$

Prema tome, pravokutnik s podnicom 2 t i visinom t, pored toga, što je hidraulički najpovoljniji, ima prema gornjoj podjeli i hidrauličke radijuse parcijalnih veličina $\frac{F_1}{O_1}$, $\frac{F_2}{O_2}$ jednake srednjem hidrauličkom radijusu.

Iz toga proizlazi definicija: *za račun srednjega hidrauličkog radijusa u hidraulički najpovoljnijem prijesjeku svaka stranica pravokutnika s podnicom 2 t i visinom t i pripadna joj trokutna površina moraju u odnosu dotične površine i pripadne joj stranice pravokutnika dati kvocijent* $R = t/2$, t. j. *polovicu visine u odnosnom trokutu ili njegovu srednju dubinu.*

Parcijalne površine u mnogokutu i u hidraulički najpovoljnijem pravokutniku dobili smo povlačenjem simetrala kuta, s time, da smo simetrale kuta kod mnogokuta upisanog polukruga i simetrale kod pravokutnika povlačili do vodne površine. Slično ćemo provesti kod najpovoljnijeg trapeznog profila. Najpovoljniji trapezni profil ima visinu t; koeficijent nagiba stranica profila jest $m = \text{ctg}\,\alpha$.



Slika 7.

$M = 2\sqrt{1 + m^2} - m$, $O = 2\,Mt$, $F = M\,t^2$;

$b = t\,(M - m)$, $B = t\,(M + m)$, $p = B/2$;

$$\text{tg}\,\varphi = \frac{2\,t}{n}; \quad F_1 = \frac{b \cdot t}{2}, \quad R_1 = \frac{F_1}{O_1} = \frac{b\,t}{2\,b} = \frac{t}{2}.$$

$$O_1 = b; \quad O_2 = p; \quad F_2 = \frac{p \cdot t}{2},$$

$$R_2 = \frac{F_2}{O_2} = \frac{p \cdot t}{2\,p} = \frac{t}{2};$$

$$R_s = \frac{F_1 R_1 + 2 F_2 R_2}{F_1 + 2 F_2};$$ no budući da je $R_1 = R_2 = R$ to je

$$R_s = \frac{R\,(F_1 + 2 F_2)}{F_1 + 2 F_2} = R = \frac{t}{2}.$$

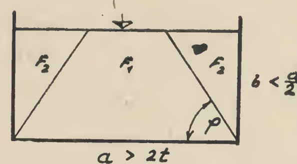
Kod podjele hidraulički najpovoljnijeg trapeza na zone utjecaja prema gornjem načinu dobiva se u prosjeku hidraulički radijus, koji je jednak t/2, t. j. upravo onaj hidraulički radijus, koji je jednak hidrauličkom radijusu cijele površine pri najmanjem omočenom obodu.

Dakle, trapez s podnicom $b = t\,(M - m)$ i visinom t i pored toga, što je hidraulički najpovoljniji prijesjek, ima i hidrauličke radijuse parcijalnih veličina $\frac{F_1}{O_1}$, $\frac{F_2}{O_2}$ jednake srednjem hidrauličkom radijusu.

Iz toga proizlazi definicija: za račun srednjega hidrauličkog radijusa svaka stranica trapeza i pripadna joj trokutna površina moraju u odnosu dotične površine i pripadne joj stranice trapeza dati kvocijent $R = t/2$, t. j. polovicu visine ili srednju dubinu u tom trokutu.

Hidraulički radijusi, kojih srednja vrijednost daje srednji hidraulički radijus, dobivaju se podjelom hidraulički najpovoljnijeg trapeza na parcijalne površine uz uvjet, da tu podjelu daje spojnica između središta upisane kružnice i ugaonih točaka trapeza.

Analogno prednjim izvodima pravokutnika s podnicom *a*, većom od 2 *t*, i visinom *b*, manjom od a/2 ima srednji hidraulički radijus, koji se dobiva kao prosječna vrijednost dvaju hidrauličkih radijusa trokutnih površina i jednoga hidrauličkog radijusa trapezne površine. Parcijalne površine tvore pravci povučeni do vodnog lica pod izvjesnim kutom φ.

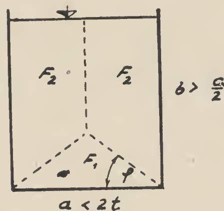


Slika 8.

$$R_s = \frac{F_1 R_1 + 2 F_2 R_2}{\Sigma F}.$$

Kod pravokutnika s podnicom *a*, manjom od 2 *t*, i visinom većom od a/2, dobiva se srednji hi-

draulički radijus kao prosječna vrijednost hidrauličkih radijusa trokuta na podnici i dvaju trapeza na bočnim stranicama pravokutnika, ako se pravokutnik podijeli pravcima, povučenima iz ugaonih točaka pod izvjesnim kutom φ.



Slika 9.

Iz svega proizlazi opća definicija za srednji hidraulički radijus: *srednji hidraulički radijus je srednja vrijednost hidrauličkih radijusa ili srednjih dubina,* koje tvori odnos parcijalnih površina, dobivenih povlačenjem pravca pod nekim kutom φ, i omočenih oboda pripadnih tim površinama.

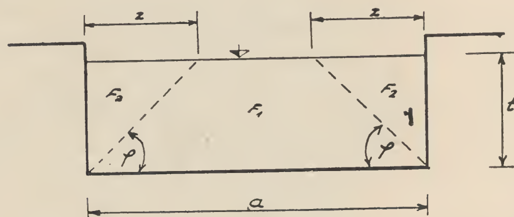


Slika 10.

Analogno kao kod hidraulički najpovoljnijeg prijesjeka, gdje s obzirom na utjecajne zone imamo određen dio ukupne protjecajne površine, koja otpada na pripadni omočeni obod, treba i kod svakoga drugog profila odrediti taj odnos, t. j. treba protjecajni prijesjek podijeliti na utjecajne zone tako, da nam srednji hidraulički radijus bude minimum. Drugim riječima, treba odrediti hidrauličke radijuse zona u takvu odnosu, da nam hidraulički radijus kao srednja vrijednost hidrauličkih radijusa zona bude minimum. Kod podjele na utjecajne zone, t. j. pri izlaženju hidrauličkih radijusa pripadnih omočenih oboda (stranice profila), zadatak je prema tome, da se odredi onaj dio cijele protjecajne površine, koji pripada tom omočenom obodu. Određeni hidraulički radijus $\frac{F_1}{O_1}$, $\frac{F_2}{O_2}$, odnosno R_1 i R_2 moraju dati ekstremnu vrijednost srednjega hidrauličkog radijusa, t. j. minimum funkcije srednjega hidrauličkog radijusa. Zato kod svakog profila, koji se hidraulički želi točno proračunati, treba odrediti minimum srednjega hidrauličkog radijusa. U tom je pravcu za određivanje srednjeg hidrauličkog radijusa potrebno postaviti

$$R_s = \frac{F_1 R_1 + 2 F_2 R_2}{F_1 + F_2}$$

Da bude $R_s = f(F_1 R_1 F_2 R_2)$ minimum, diferencirat ćemo R_s, t. j. postavit ćemo $\frac{d R_s}{dz} = 0$. Konkretno, diferenciranjem će biti određen kut nagiba podjelne linije utjecajnih zona $\operatorname{tg} \varphi = \frac{t}{z}$.



Slika 11.

$$F_1 = \frac{a + a - 2z}{2} \cdot t = (a - z) \cdot t, \quad O_1 = a,$$

$$R_1 = \frac{(a - z)\, t}{a} = \left(1 - \frac{z}{a}\right) t,$$

$$F_2 = \frac{z \cdot t}{2}, \quad R_2 = \frac{z \cdot t}{2\,t} = \frac{z}{2}, \quad O_2 = t,$$

$$R_s = \frac{F_1 R_1 + F_2 R_2}{F_1 + 2 F_2} =$$

$$= \frac{(a - z)\, t \left(1 - \frac{z}{a}\right) t + \frac{z t}{2} \cdot \frac{z}{2}}{(a - z)\, t + z t} =$$

$$= t - \frac{2\, z t}{a} + \frac{z^2 t}{a^2} + \frac{z^2}{2a}.$$

Iz $\frac{d R_s}{dz} = o$ slijedi: $\boxed{z = \frac{2at}{2t + a}}$

Prema tome dobivamo iz gornjih obrazaca:

$$F_1 = \frac{a^2 t}{2t + a}, \quad R_1 = \frac{at}{2t + a};$$

$$F_2 = \frac{at^2}{2t + a}, \quad R_2 = \frac{at}{2t + a}; \quad R_s = \frac{at}{2t + a} = \frac{z}{2}.$$

U slučaju $a \longrightarrow \infty$, $z \longrightarrow 2t$ imamo:

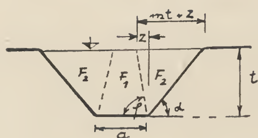
$$z = 2\,t.$$

Budući da je $R_s = z/2$, to je $R_s = t$. To znači, da je kod vrlo širokih profila srednji hidraulički radijus jednak srednjoj dubini *t*. Kod vrlo širokih rijeka tako se i uzima.

Podjela profila na utjecajne zone ispravno je postavljena samo onda, kad je srednji hidraulički radijus jednak minimumu i jednak hidrauličkim radijusima utjecajnih zona. Kod svake druge podjele profila na utjecajne zone srednji bi hidraulički radijus bio veći, jer postoji samo jedan ekstremni slučaj, kod kojega je cijela površina u ispravnom odnosu prema sumi omočenja t. j. samo je jedan hidraulički radijus srednji hidraulički radijus.

Analognim postupkom, kao za pravokutni profil, dobivaju se utjecajne zone hrapavosti i za druge oblike protjecajnih prijesjeka, na pr.

a)



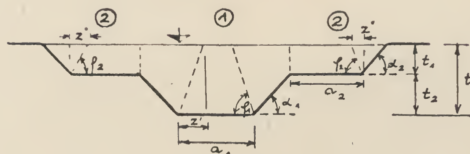
Slika 12.

Iz $\frac{d R_s}{dz} = 0$ slijedi:

$$z = \frac{M \cdot a}{M + m + \frac{a}{t}}; \quad tg\varphi = \frac{t}{z},$$

$$ctg\, \alpha = m; \quad M = 2\sqrt{1 + m^2} - m.$$

b)



Slika 13.

Sa $\frac{d R_s'}{dz'} = 0$ $\frac{d R_s''}{dz''} = 0$ imamo:

$$z' = \frac{a_1 \left(M - m \frac{t_2}{t}\right)}{M + m + \frac{a_1}{t_1}}; \quad z'' = \frac{2\, a_2 M}{M + m + \frac{a_2}{t_1}}$$

$$tg\, \varphi_1 = \frac{t}{z'}; \quad tg\, \varphi_2 = \frac{t_1}{z''}.$$

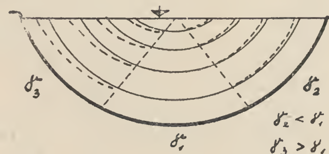
Kod složenih profila računa se sa više koncentracija turbulentnog toka u smislu datih shema; primjer b.

Izotahe u odnosu prema srednjem hidrauličkom radijusu i prema zonama utjecaja hrapavosti.

Slika rasporeda brzina u ravnini prijesjeka dobiva se povlačenjem t. zv. izotaha ili krivih linija, kojima sve točke imaju istu brzinu. Tako bismo kod raznih profila imali:

Kako se vidi iz slika, brzina se u prijesjeku mijenja u radijalnom smjeru.

Kad bi prema gornjim skicama na izvjesnim stranicama bile zastupane različite hrapavosti, linije izotaha deformirale bi se u radijalnom smjeru djelovanja tih hrapavosti. Tako bismo na pr. kod polukružnog profila sa tri različite hrapavosti imali:

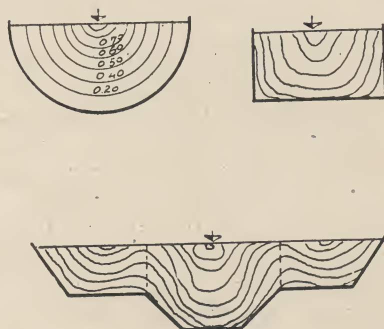


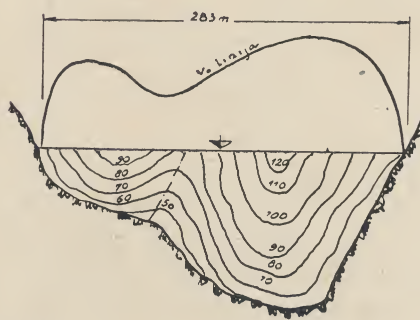
Slika 15.

S obzirom na to, da su izotahe kod svih profila približno koncentrične, t. j. da promjene brzina u ravnini prijesjeka imaju radijalan smjer, i djelovanje hrapavosti na pojedinim sektorima profila mora imati taj smjer, t. j. odnosni sektor sa svojom srednjom brzinom može se u sektoru djelovanja odnosne hrapavosti promatrati posebno. Prema tome, svaki sektor djelovanja hrapavosti ima kod pada *I*, a prema Chézijevoj formuli ($v = C\sqrt{RI}$), svoj koeficijent brzine *C* i linearni parametar *R*, koji je za sektore djelovanja u pravilnom jednostrukom profilu jednak. Zato, kod profila sa stranicama ili dijelovima stranice različite hrapavosti treba odrediti zonu djelovanja tih hrapavosti, koja je približno segmentnog oblika. Odredimo li pripadne koeficijente brzina C_1, $C_2 \ldots C_n$ prema zonama djelovanja različitih hrapavosti, možemo odrediti srednji koeficijent brzine za cijeli profil: $C_s = f(C_1\, C_2\, C_3 \ldots\ldots C_n)$.

Slikom izotaha dokazana je i ranija tvrdnja, da se za višestruke profile moraju srednji hidraulički radijusi određivati posebno za matični i posebno za inundacioni tok, jer su izotahe koncentrične, a promjene brzina radijalnog su smjera. Prema tome, kod prirodnih korita vrlo nepravilna oblika, kao što je naravni profil na prikazanoj slici 16, ispravno bi bilo, da se s obzirom na koncentričnost određenih dijelova profila hidraulički radijus svakog dijela izračunava posebno. Izotahe pokazuju ispravnost postavke linearnog parametra:

$$R = \frac{F}{O}.$$

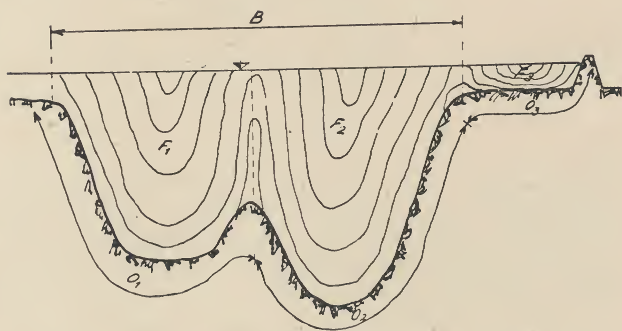




Slika 14.

Svaki drugi način tretiranja tog problema funkcije hidrauličkog radijusa dovodi do krivih zaključaka u pogledu tehnike strujanja uopće.

Kod nepravilna oblika protjecajnih profila dolazi se do srednjega hidrauličkog radijusa tako, da se odrede površine koncentracije, t. j. zone pripadanja F_1, $F_2 \ldots\ldots F_n$, njihovi omočeni obodi O_1, $O_2 \ldots\ldots O_n$ i pripadni hidraulički radijus R_1, $R_2 \ldots\ldots R_n$:



Slika 16.

Srednji hidraulički radijus dobiva se kao srednja vrijednost metodom težina:

$$R_s = \frac{R_1 \cdot F_1 + R_2 \cdot F_2 + R_3 \cdot F_3}{F_1 + F_2 + F_3}.$$

Pri istoj hrapavosti određuje se koefcijent brzine C kao funkcija srednjega hidrauličkog radijusa, t. j. $C = f(\gamma, R_s)$.

Ako se promatra cijeli potez vodotoka od A — B sa snimljenim profilima raznih oblika, mora se u račune uvoditi srednji hidraulički radijus svakoga snimljenog profila, s obzirom na oblik profila, i s tako dobivenim osnovnim elementima provesti račun za potez kao cjelinu. Kad su poznate hrapavosti pojedinih zona koncentracije, možemo za svaki profil odrediti koeficijent srednje brzine C_s.

Za određivanje karakteristike jednog poteza pri poznatom protoku i padu I imamo obrazac

$$K = \frac{Q}{\sqrt{I}} = C \cdot \sqrt{R} \cdot F.$$

Tu treba odrediti srednju površinu protjecanja F_s' za cijeli potez:

$$F_s' = \frac{\Sigma F_1 + \Sigma F_2 + \Sigma F_3 \ldots . \Sigma F_n}{n}$$, te analogno C_s' i R_s'.

Time je određena vrijednost modula K:

$$K = \frac{Q}{\sqrt{I}} = C_s' \cdot \sqrt{R_s'} \cdot F_s'$$

Promatranjem izotaha općenito smo dokazali točnost teze o utjecajnim zonama različite hrapavosti i funkciju hidrauličkog radijusa kod svih vrsta profila.

O nekim osobinama jednolikih struja sa slobodnom površinom.

Znamo, da se kod laminarnog toka čestice kreću po pravolinijskim trajektorijama paralelno s izvodnicama stranice korita. Najveća brzina nastaje kod cijevi u centralnim zonama prijesjeka, a brzina uz zidove jednaka je nuli.

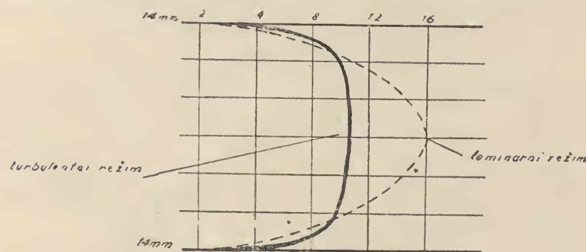
Zid cijevi uvijek podnosi tangencijalno strujno djelovanje u smjeru kretanja. Ono je jednako otporu koji zid suprotstavlja kretanju tekućine. Djelovanje vučenja, koje struja vrši na zidove cijevi, kroz koju se kreće, jednako je proizvodu iz specifične težine tekućine, površine prijesjeka cijevi i razlike pijezometarskih visina u odnosu prema početnom i krajnjem prijesjeku promatranog dijela cijevi. Kod stvarnih tekućina jednoliko je kretanje uvijek praćeno postepenim smanjivanjem pijezometarske visine u smjeru kretanja. Ono se sada pokazuje kao posljedica otpora, koji zid cijevi suprotstavlja kretanju, a koji nije nikada jednak nuli. Jedan je od osnovnih problema praktične hidraulike, da se odredi zakon otpora za jednoliko strujanje u cijevima i kanalima. Dokazano je, da kod turbulentnog strujanja otpor zavisi od stepena hrapavosti zidova, a ujedno je utvrđeno, da zavisi i od geometarskog oblika poprečnog prijesjeka. Za razliku od laminarnog tečenja, kod turbulentnog toka postoji izvjesno prelaženje čestica iz unutrašnjih zona tečenja u periferne zone i obratno. Prema tome, čestice, koje se nalaze u centralnoj zoni, gdje vlada najveća brzina prenošenja, neprekidno se zamjenjuju novim česticama, koje dolaze iz slojeva pored zida, a koje se kreću sporije. To zamjenjivanje čestica djeluje usporavajući na tekuću masu, koja zauzima centralnu zonu, a na periferne slojeve djeluje u pravcu povećanja brzine i time utječe na porast otpora, koji pružaju zidovi.

Sve se to odigrava u radijalnom smjeru. No treba imati na umu, da se kod kretanja jednolike struje djelovanje turbulencije i razmjena količine kretanja između slojeva može svesti na tangencijalno djelovanje, koje nastaje zbog unutrašnjeg trenja duž površina, paralelnih s omotačem. Iskustvo pokazuje, da plovna tijela, kada se puste niz vodu, dobivaju brzinu, koja je nešto veća nego brzina vode u matici (centralna zona, gdje je brzina najveća). Ta okolnost objašnjava se time, što je obujam tijela isključen iz svakog miješanja mase s okolnom strujom i prema tome nije podvrgnut ni usporavajućem djelovanju (koje proističe iz miješanja) dijela tekućine, koji tvori maticu. Iz toga proizlazi konkretan zaključak, da je brzina uvijek najveća u centralnoj zoni, t. j. ako centralnu zonu također promatramo kao odvojenu masu (plovno tijelo), uvijek je brzina te mase veća od perifernih brzina pored te mase. Bez obzira na različite hrapavosti stijenki, njihov radijalni smjer utjecaja proizvodi neznatne promjene u smislu ekscentričnog djelovanja najveće brzine. Različitim metodama istraživača (Morrow, Camichel), potvrđeno je da kod laminarnog kretanja tekućine

raspored brzine duž ma kojeg promjera točno odgovara paraboli. Važno je napomenuti, da je kod laminarnog kretanja isključen svaki element, koji bi bio zavisan od prirode korita ili od uvjeta na čvrstoj površini, koja je u dodiru s tekućinom. Naročito je isključen svaki utjecaj hrapavosti ove površine. Na taj način kod Poissilleova režima otpori zavise samo od prirode tekućine, koja se kreće.

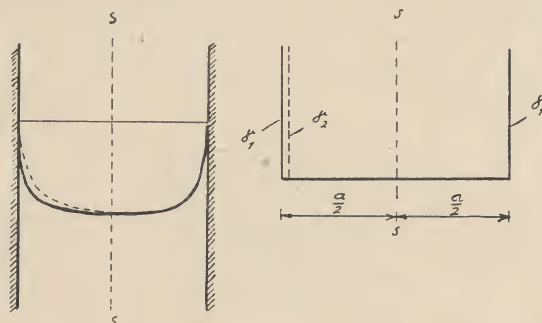
Kod turbulentna kretanja dolazi do izražaja utjecaj hrapavosti površine stijenki korita. Uzburkanost udaljuje čestice od centralnih strujnih vlakana, gdje je prijenosno kretanje brže, a pomiče ih prema vlaknima uz zidove, gdje je kretanje sporije, i obrnuto. Logično je, da se taj prijelaz odvija uz smanjenje brzine i količine kretanja prvih i uz povećanje brzine drugih. Međutim, poznavanje fenomena turbulencije vrlo je oskudno i po sadržaju samo kvalitativno. Zna se, da je intenzitet uzburkanosti u vezi s načinom kako se vrši kretanje tekućine u neposrednoj blizini zida, i da je na taj način u vezi sa sitnim geometrijskim karakteristikama površine stijenki korita, t. j. s hrapavošću. No poznavanje te povezanosti jedva prelazi spoznaju, da takva zavisnost postoji. Iz navedenih razloga ne iznenađuje činjenica, što dosad nije bilo moguće doći do ma kakve konkretne primjene dinamike viskoznih tekućina na turbulentni režim, čak ni za obična jednolika strujanja, a s toga te struje ne mogu biti predmet točnih kvantitativnih proračuna, kao što je to kod laminarnog toka. Dijagrami brzina kod laminarnoga i turbulentnog toka ukazuju na to, da oni pored zidova imaju približno zajedničku tangentu, jer se tu brzine obaju tokova približavaju nuli.

To pokazuje, da u blizini zidova postoji mala razlika u brzinama a udaljivanjem od zidova ta razlika postaje sve veća. Potrebna su vrlo precizna eksperimentalna sredstva, da bi se to dokazalo (Stanton i Burgers), jer sloj, u kojem uzburkanost počinje da se ublažava i u kojem kretanje dobiva osobine laminarnog režima, postaje vrlo tanak. No Nikuradze je dao dijagram, kod kojega bi obje krivulje brzina dale isti protok. Vrijednosti, koje ima $\frac{dv}{dr}$ kod turbulentnog kretanja i laminarnog kretanja uz zid, kod $r = \frac{D}{2}$, stoje u odnosu odgovarajućih srednjih brzina kao 44 : 1. S obzirom na tako velike razlike lako je shvatiti, koliko turbulencija privlači pažnju svih hidrauličara.



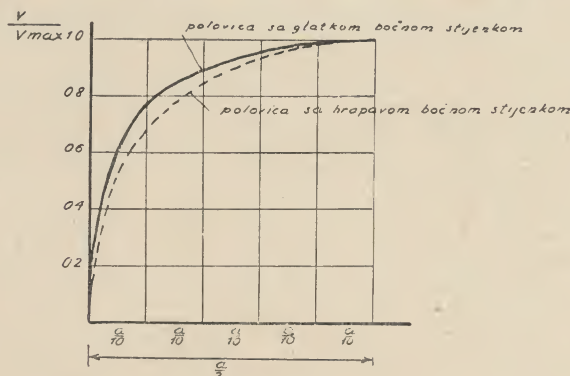
Slika 17.

S općeg gledišta i u vezi s razmatranjem utjecajnih zona hrapavosti kod turbulentnog toka važno je ukazati na okolnosti, iz kojih nastaju uzburkana kretanja. Promatrajmo pravokutni profil, kojemu dvije paralelne stranice imaju različitu hrapavost. Utjecaj hrapavosti dna ne ćemo razmatrati, tako da će se kvantitativna analiza uočavati tlocrtno.



Slika 18.

Najprije uzimamo, da postoji strujanje uz uvjete jednake obostrane hrapavosti γ_1 (glatke plohe). Dijagram brzina formirat će se kao gornji Nikuradzeov za turbulentni tok. Iz dijagrama se vidi, da se najveće promjene brzina zbivaju u blizini bočne stijenke. Dijagram će s obzirom na os S—S biti simetričan. Tako velike promjene u brzini pored bočne stijenke kod laminarnog tečenja nismo imali. Udaljimo li se od neposredne blizine zida, vidjet ćemo, da su promjene brzina vrlo malene. Ako umjesto lijeve bočne plohe s hrapavošću γ_1 stavimo plohu s hrapavošću γ_2, nastupit će prigušivanje ili usporavanje prvotnih brzina, koje će biti najveće u neposrednoj blizini zida, a zatim će se, razmjerno udaljenosti od centralne zone maksimalnih brzina oko osi S — S, naglo smanjivati i praktički svesti na nulu. Tok sa dvije različite bočne hrapavosti bit će i nadalje turbulentan i imat će dijagram brzine u lijevoj polovici idući od zida s manjim brzinama strujnih vlakana, a desna polovica ostat će bez promjene, jer se utjecaj usporavajućeg djelovanja s obzirom na centralnu turbulentnu zonu potpuno prigušio. Tako možemo reći, da hrapavost stijenki prigušuje utjecaj djelovanja turbulencije, koja ima smjer dje-

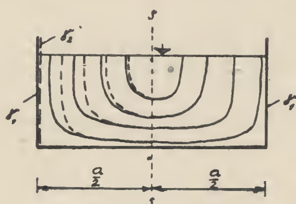


Slika 19.

v = brzina vodnih čestica izvan centralne zone; v_{max} = brzina vodnih čestica u centralnoj zoni

lovanja prema stijenama, a turbulencija prigušuje djelovanje hrapavosti koje je usmjereno prema njezinoj centralnoj zoni.

Kako zajednički tok ima karakter turbulentnog toka, to se intuitivna činjenica, koja je prije spomenuta, očituje i u ovom slučaju. Uzburkanost udaljuje čestice od centralnih strujnih vlakana, gdje je prijenosno kretanje brže, i pomiče ih prema vlaknima uz zidove, gdje je kretanje sporije. Prema gornjoj analizi predočimo to s pomoću izotaha:



Slika 20.

Iz gornjih dijagrama vidi se, da unutar zone graničnog sloja i zone centralnih strujnih vlakana postoje razlike u brzini strujnih vlakana između one polovice profila koja ima glatku bočnu stijenu i one, koja ima hrapavu bočnu stijenu. Upravo ta razlika u brzinama odraz je razlike u utjecajima između glatke bočne stijenke i hrapave bočne stijenke na turbulenciju toka zbog upliva hrapavosti stijenki. Kod jednako glatkih bočnih stijenki porast uzburkanosti ide od centralne zone prijesjeka podjednako k obim perifernim zonama, čim je

$$R_e = \frac{v \cdot R}{\nu} > 580.$$

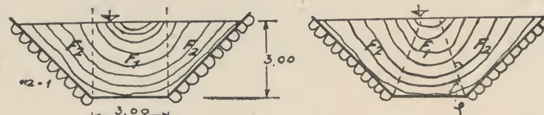
Kako se tečenje pored zidova kod laminarnoga i turbulentnog toka po brzinama vrlo malo razlikuje, to ukazuje, da se turbulencija stvara idući od centralnoga strujnog vlakna, a zona graničnog sloja s većom i manjom hrapavošću stijenki djeluje kao prigušivač tog utjecaja, koji se širi od centralne zone, ili obratno: utjecaj prigušivanja proteže se u smjeru centralne zone. Upravo u tome i leži glavna karakteristika određivanja utjecajnih zona različitih hrapavosti stijenki. Kako dvostruki hidraulički radijus (2 R) približno određuje položaj centralne zone, od koje počinje djelovanje uzburkanosti ili turbulencije $\lambda = f(R_e)$, to utjecajne zone određuju površinu djelovanja prigušivača turbulencije, koju proizvodi hrapavost: $\lambda = f(K)$. Kako se kod laminarnog tečenja — idući od centra prijesjeka: zbog viskoznosti tekućine brzina smanjuje, tako se kod turbulentnog kretanja — idući od centra prijesjeka — brzine smanjuju pod utjecajem prigušivanja, koje proizvodi hrapavost.

De Marchi je eksperimentalnim putem utvrdio, da je donja kritična brzina $v_c = \frac{R_e \cdot \nu}{d}$ nezavisna od hrapavosti, t. j. da v_c uz isti promjer ima istu vrijednost za glatku i za hrapavu cijev. Prema tome, kod donje kritične brzine utjecaj prigušivanja sveden je na 0. Već kod nešto većih brzina, a zbog stvaranja povećanih brzina u neposrednoj blizini stijenke, utjecaj turbulencije aktivira usporno djelovanje hrapavosti.

Napose ukazujem na činjenicu, da se eksperimentiranja u pogledu zakona sredine pri utjecaju različitih hrapavosti u istom profilu nisu dosad vršila.

Uporedni račun protoka po metodi utjecajnih zona i po metodi podjele profila vertikalama kod različite hrapavosti

Budući da se u novije vrijeme kod profila s različitim hrapavostima stranica protok sve češće izračunava tako, da se izvrši podjela profila vertikalama, kako pokazuje slika, to će se u usporedbi s računom po utjecajnim zonama dati analiza točnosti tog postupka.



Slika 21.

Kod takva se načina podjele profila u računima operira s raznim hidrauličkim radijusima već prema veličini podjelnih površina i njima pripadnih omočenih oboda. Račun protoka provodi se tako, da se za svaku podjelnu površinu izračuna pripadni protok, a ukupni protok jednak je sumi protoka kroz podjelne površine F i $2F_2$, t. j. $\Sigma Q = Q_1 + 2 Q_2$.

Kako taj način određivanja nema teoretske podloge, sam način računanja s teoretske je strane kritički nemoguće razmotriti, jer nema nikakve veze s dinamičkim osobinama toka. Zato će se ovdje registrirati rezultati računanja i odstupanja u točnosti takva računanja od rezultata, koje daje račun po utjecajnim zonama hrapavosti. Već sam koncentričan položaj izotaha ukazuje na netočnost postupka s vertikalnom podjelom, kod koje bi djelovanje hrapavosti pojedinih stranica trebalo da bude ograničeno na taj način, da se stvaraju tri zasebna turbulentna toka, t. j. sa tri centralne zone, jer se takvom podjelom za svaku podjelnu zonu dobivaju drugačiji hidraulički radijusi. Prema tome, razlike u rezultatima računanja protoka po utjecajnim zonama različite hrapavosti i po zonama s vertikalnom podjelom nastaju

a) zbog razlike u određivanju hidrauličkog radijusa, a s tim u vezi i zbog razlike u određivanju koeficijenta C i srednje brzine podjelnih zona po jednom i drugom načinu;

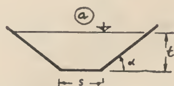
b) zbog razlike u protjecajnim površinama podjelnih zona po jednom i drugom načinu.

Kad bi način podjele po vertikalam bio točan, trebalo bi da rezultati izračunavanja protoka u

profilu s istom hrapavošću dna i pokosa s podjelom i bez podjele dadu iste rezultate kod jednakog pada I. Zadano:

$I = 1‰, \sqrt{I} = 0{,}03162, S = 3{,}0 \text{ m}, t = 3{,}0 \text{ m}$

$\operatorname{ctg} \alpha = m = 1; \quad M = 2\sqrt{1 + m^2} - m = 1{,}8284$



$F = 18 \text{ m}^2$

$O = 11{,}485 \text{ m}$

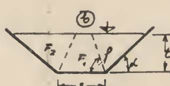
$R = 1{,}567 \text{ m}$

$\frac{1}{n} = 100$

$C = \frac{1}{n} R^{1/6} = 107{,}775$

$Q = F \cdot C \sqrt{RI} =$

$= 76{,}70 \text{ m}^3/\text{sec.}$



$z = \frac{M S}{M + m + \frac{S}{t}} \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{t}{z}$

$F_1 = 4{,}7017 \text{ m}^2$

$F_2 = 6{,}6492 \text{ m}^2$

$O_1 = 3{,}0 \text{ m}$

$O_2 = 4{,}2426 \text{ m}$

$R_1 = 1{,}567 \text{ m}$

$R_2 = 1{,}567 \text{ m}$

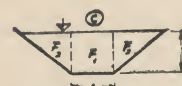
$\frac{1}{n} = 100$

$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$

$C = C_1 = C_2 = 107{,}775$

$Q = (F + 2F_2) C\sqrt{RI} =$

$= 76{,}70 \text{ m}^3/\text{sec.}$



$F_1 = 9 \text{ m}^2$

$F_2 = 4{,}5 \text{ m}^2$

$O_1 = 3{,}0 \text{ m}$

$O_2 = 4{,}2426 \text{ m}$

$R_1 = 3{,}0 \text{ m}$

$R_2 = 1{,}6 \text{ m}$

$\frac{1}{n} = 100$

$C_1 = \frac{1}{n} R_1^{1/6} = 120{,}1$

$C_2 = \frac{1}{n} R_2^{1/6} = 100{,}99$

$C_1 \neq C_2$

$Q = (F_1 \cdot C_1 \sqrt{R_1} + F_2 C_2 \sqrt{R_2}) \sqrt{I} =$

$= 73{,}80 \text{ m}^3/\text{sec.}$

Slika 22.

Iz paralelnog izračunavanja profila u slučaju a), b) i c) vidi se da uz istu hrapavost nastaju razlike kod izračunavanja između a) i c) i između b) i c), a između a) i b) nema nikakve razlike. Uz različitu hrapavost stranica protjecajnog profila razumije se razlike, moraju još jače doći do izražaja, kako se to vidi iz tablica na slijedećoj strani.

Dakle, da se bolje definiraju razlike kod rezultata izračunavanja pri različitoj hrapavosti, a uz uobičajen način s vertikalnom podjelom i način s utjecajnim zonama hrapavosti, razmatran je isti trapezni profil u raznim varijacijama, odnosno hrapavosti na dnu i na pokosu. I uzet je u svim slučajevima jednak, kao i u prethodnom slučaju, t. j. I = 1‰. U prvoj tabeli razmatrane su razlike s varijacijama Bazinova koeficijenta γ_1, a u drugoj s varijacijama Manningova koeficijenta 1/n.

LITERATURA

1. E. Crausse: Hydralique des canaux découverts, Eyrolles, Paris 1951.
2. B. Eck: Technische Strömungslehre, Berlin 1954.
3. Ph. Forchheimer: Hydraulik, Leipzig und Berlin 1930.
4. Guilio de Marchi: Hidraulika II dio, Beograd 1952.
5. L. Prandtl: Guide à travers la mécanique des fluides, Dunod, Paris 1952.
6. O. Streck: Grund und Wasserbau in praktischen Beispielen, Berlin 1950.
7. E. Svetličić: Hidraulički radijus i njegova funkcija kod dimenzioniranja proticajnih profila. Referat održan na Kongresu racionalne i primjenjene mehanike, Bled, 7 juna 1956.
8. L. Tison: Cours d'hydraulique, IIe partie, Gand 1953.

Tablicu razlika △Q kod izračunavanja pomoću Bazinovih koeficijenata i Tablicu razlika △Q kod izračunavanja pomoću Manningovih koeficijenata vidi na str. 74.

a) Tablica razlika ΔQ kod izračunavanja pomoću Bazinovih koeficijenata

Redni broj	Dno γ_1	Pokosi γ_2	a) Račun s utjecajnim zonama								b) Račun s podjelom po vertikalama										$\frac{Q_a - Q_b}{Q_a}$ %
			R_s	$\sqrt{R_s}$	C_1	C_2	$\sqrt{I}$	F_1	F_2	Q_a	R_1	$\sqrt{R_1}$	R_2	$\sqrt{R_2}$	C_1	C_2	$\sqrt{I}$	F_1	F_2	Q_b	
1	0,46	0,30			63,62	70,18		4,702	6,65	48,78	3	1,732	1,061	1,029	68,74	67,36		9,0	4,5	53,61	— 10
2	0,30	0,46			70,18	63,62		4,702	6,65	46,55	3	1,732	1,061	1,029	74,16	60,12		9,0	4,5	54,16	— 16,3
3	1,30	0,16	1,56723	1,2518	42,68	77,14	0,03162	4,702	6,65	48,55	3	1,732	1,061	1,029	49,70	75,29	0,03162	9,0	4,5	46,54	+ 4,13
4	0,16	1,30			77,14	42,68		4,702	6,65	38,008	3	1,732	1,061	1,029	79,64	38,44		9,0	4,5	50,51	— 33
5	2,30	0,06			30,66	83,02		4,702	6,65	49,41	3	1,732	1,061	1,029	37,37	82,21		9,0	4,5	42,49	+ 14
6	0,06	2,30			83,02	30,66		4,702	6,65	31,59	3	1,732	1,061	1,029	84,09	26,89		9,0	4,5	49,32	— 56

Kako se vidi iz ove tabele, najnepovoljniji slučaj računanja pomoću podjele prema vertikalama nastaje kod velike hrapavosti na pokosima. Tada se razlike penju do 56%

b) Tablica razlika ΔQ kod izračunavanja pomoću Manningovih koeficijenata

Redni broj	Dno $\frac{1}{n_1}$	Pokosi $\frac{1}{n_2}$	a) Račun s utjecajnim zonama									b) Račun s podjelom po vertikalama									$\frac{Q_a - Q_b}{Q_a}$ %
			R_s	$R_s^{1/6}$	$\sqrt{R_s}$	C_1	C_2	$\sqrt{I}$	F_1	F_2	Q_a	$R_1^{1/6}$	$\sqrt{R_1}$	$R_2^{1/6}$	$\sqrt{R_2}$	C_1	C_2	F_1	F_2	Q_b	
1	83,3	100				39,80	107,8		4,702	6,65	73,473	1,201		1,009		100	101,0	9,0	4,5	78,86	— 7,33
2	100	83,3				107,8	89,8		4,702	6,65	67,347	1,201		1,009		120,1	84,1	9,0	4,5	83,82	— 24,41
3	50	100	1,567	1,078	1,252	53,89	107,8	0,03162	4,702	6,65	66,789	1,201	1,732	1,009	1,029	60,05	101,0	9,0	4,5	59,17	+ 11,41
4	100	50				107,8	53,8		4,702	6,65	48,393	1,201		1,009		120,1	50,5	9,0	4,5	73,98	— 52,87
5	25	100				26,94	107,8		4,702	6,65	61,773	1,201		1,009		30,02	101,0	9,0	4,5	44,37	+ 28,17
6	100	25				107,8	26,94		4,702	6,65	34,250	1,201		1,009		120,1	25,25	9,0	4,5	66,59	— 94,42

IZGRADNJA DIJELA AUTOPUTA ZAGREB-LJUBLJANA KOJI PROLAZI KROZ PODRUČJE NR HRVATSKE

Ing. **Ivan Celmić**, Zagreb

Izgradnja Autoputa Zagreb—Ljubljana u dužini od 129,4 km (teritorij LR Slovenije 109,4 km, a NR Hrvatske 19,9 km) stvarno je započela još u god. 1954.

U ovom članku opisat ćemo tok radova na izgradnji dijela Autoputa, koji prolazi kroz teritorij NR Hrvatske, i to samo radove izvedene u 1958. god., kada je od ukupnih 19,9 km izrađeno 16 km.

Investicioni program

Prema odobrenom investicionom programu iz 1956. god. bilo je predviđeno da se ova cesta gradi sa svim elementima pravog autoputa, i to:

a) Širina kolovoza — na području NR Hrvatske u dužini od 19,9 km i na području LR Slovenije u dužini od 34,8 km — 7,5 m, sa zaštitnom trakom od 2×0,75 m i bankinama od 2×1,5 m, dakle ukupna širina planuma 12 m.

Na području LR Slovenije za neizgrađeni dio puta od km 34+800 do km 101 širina kolovoza 7,5 m, zaštitne trake od 2×0,35 m, a bankine od 2×0,9 m, dakle ukupna širina planuma 10 m.

b) Kolovoz od sitne kocke, asfaltbetona i cementbetona.

c) Minimalni polupręčnik horizontalne krivine 400 m.

Prema tom investicionom programu Autoput Zagreb—Ljubljana treabo je biti gotov do konca 1960. god.

Sa gornjim elementima izgrađeno je do kraja 1957. god. 53 km, i to na području NR Hrvatske 4 km i na području LR Slovenije 49 km.

U VII. mjesecu 1957. god. sastala se na zahtjev Saveznog Izvršnog Vijeća »Komisija za reviziju Investicionog programa za izgradnju puta Zagreb—Ljubljana« i donijela je ovaj zaključak:

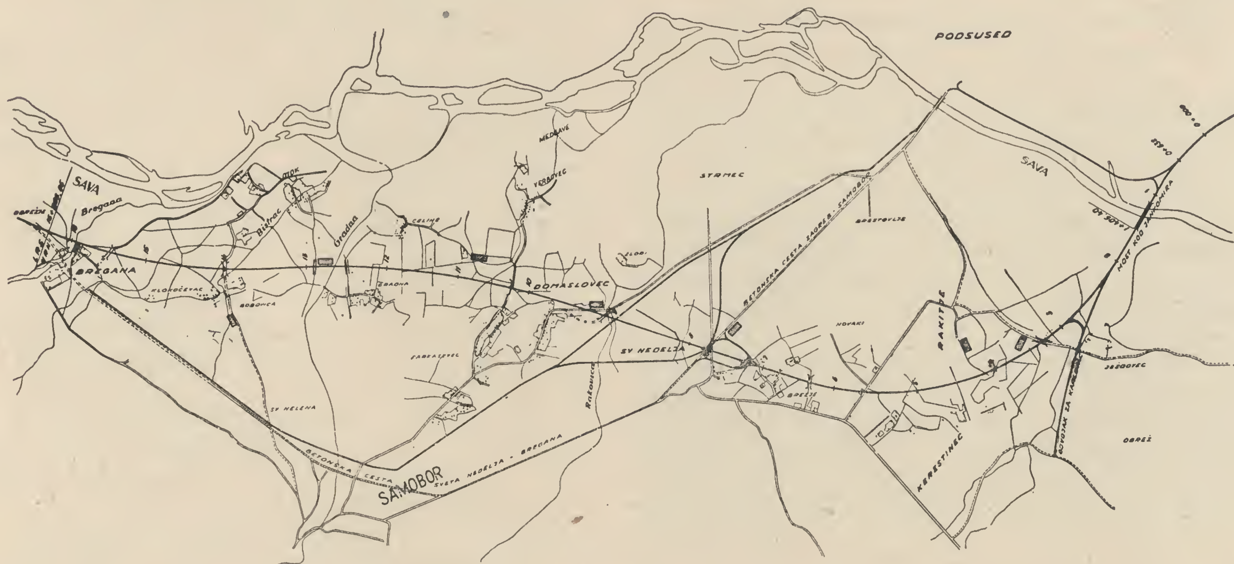
Imajući u vidu smjernice Saveznog Izvršnog Vijeća, da se u ovoj fazi građenja novih putova ne ide odmah na izgradnju autoputeva, Komisija je usvojila principe:

Put treba graditi s takvim elementima, da bi on mogao u perspektivi — kada to bude zahtijevao obim saobraćaja — da postane autoput, ne mijenjajući kolovoz i druge elemente puta. Prema tome, u sadašnjoj fazi građenja ovog puta izostali bi radovi na definitivnom rješavanju većine prelaza, ukrštanja u nivou, priključaka i drugo, što uslovljava karakter autoputa. Isto tako treba iskoristiti i postojeći put, gdje to uslovi omogućavaju.

U pogledu trase Komisija smatra, da već prije (god. 1956.) odobrenu trasu treba zadržati, no s tim što bi se njeno građenje provelo u dvije etape.

U prvoj etapi gradio bi se put na cijeloj dužini po novoj trasi, kako to predviđa program, izuzevši dužine od 8 km između mjesta Sv. Nedjelja i prilaza Bregani, s obzirom na to, da na tom dijelu postoji put s betonskim kolovozom.

S obzirom na tu činjenicu, kod mjesta Sv. Nedjelja bilo bi potrebno da se niveleta nove trase spusti sa blagim nagibom na nivo postojećeg puta kod km 7+700. Istovremeno bi se nova trasa kod Bregane postavila tako, da se veže s postojećim putem, koji je izrađen od Zagreba do Bregane. Na taj način iskoristio bi se postojeći put na dijelu



Slika 1.

NR Hrvatske u dužini od 8,5 km, koji je izgrađen 1936. god. sa betonskim kolovozom širine 6 m, trakama 2×0,50 m i bankinama 2×1,0 m, t. j. s ukupnom širinom planuma od 9 m.

Što se tiče tehničkih elemenata puta Zagreb—Ljubljana, Komisija je pošla sa stanovišta, da je taj put dio magistralnog glavnog pravca puteva u Jugoslaviji, pa je za njegov neizgrađeni dio usvojila ove elemente:

a) širina planuma 10 m, b) širina kolovoza 7,5 m, c) minimalni polupriečnik horizontalne krivine 250 m. Takve elemente puta uslovljava računska brzina motornih vozila od 80 do 100 km/sat.

Što se tiče kolovoza, Komisija je zauzela stav, da na cijelom neizgrađenom potezu bude kolovoz od asfalt-saga.

»Komisija za reviziju investicionog programa za izgradnju puta Zagreb—Ljubljana« bila je jednoglasna pri donošenju gornjih zaključaka, ali su predstavnici Investitora stavili primjedbe na zaključke Komisije, i to predstavnici iz LR Slovenije na obim investicija, a iz NR Hrvatske na obim investicija i trasu.

Nakon učestalih traženja i dokazivanja od strane investitora NR Hrvatske, a na osnovu podataka o ekonomskoj i tehničkoj neopravdanosti etapne izgradnje trase, »Komisija za reviziju Investicionog programa« izvršila je 29. januara 1958. god. dopunu svojih zaključaka, odredivši »da se građenje po prihvaćenoj trasi puta, koja je svojevremeno odobrena rješenjem SIV-a (1956. g.) ne razdvaja u dvije etape«.

Prema tome treba pristupiti građenju dionice puta između mjesta Sv. Nedjelja i mjesta Bregane u dužini od 8 km po novoj trasi, ne iskorišćujući pri tom postojeći betonski put od Sv. Nedjelje do Bregane.

S tim zaključkom konačno je i dio Autoputa Zagreb—Ljubljana, koji prolazi kroz područje NR Hrvatske, dobio svoju samostalnu trasu s elementima, koji odgovaraju modernim Autoputevima.

Što se tiče ostalih elemenata puta, vrijede ranije doneseni zaključci Komisije, te je prema tome na tom dijelu dopuštena izgradnja samo jednog nadvožnjaka, i to kod Sv. Nedjelje, t. j. na križanju Autoputa Zagreb—Ljubljana s betonskom cestom Zagreb—Samobor.

Kratko vrijeme iza tih odluka dolazi i Odluka o učestvovanju omladinskih radnih brigada na izgradnji Autoputa Zagreb—Ljubljana. Ta Odluka donesena je na VI. Kongresu Narodne omladine Jugoslavije, gdje je Maršal Tito u svom govoru taj zadatak precizirao ovako:

»Mi Vama dajemo kao zadatak da izgradite Omladinski put »Bratstvo i Jedinstvo« od Ljubljane do Gjevgjelije. Omladinski put od Ljubljane do Zagreba treba da bude gotov do 29. XI. o. g., a u aprilu treba započeti sa radom«.

Ovom Odlukom izgradnja Autoputa Zagreb—Ljubljana postala je omladinska akcija, koja je iz osnove promijenila sve dotadašnje planove i postavke u vezi s njegovom izgradnjom.

Organizacione pripreme

Nakon donošenja Odluke o učestvovanju omladinskih radnih brigada na izgradnji Autoputa Zagreb—Ljubljana, trebalo je riješiti niz organizacionih problema. Kao prvo i najvažnije trebalo je odlučiti, kakovu organizacionu formu treba stvoriti, da se taj zadatak što bolje izvrši. Analizirajući razne forme rada, došlo se do zaključka, da će biti najbolje, ako se izvršenje zadatka povjeri građevnim poduzećima, kojima će omladinska radna snaga biti dodijeljena kao nekvalificirana i polukvalificirana radna snaga. Takva organizaciona forma omogućila je da se radovi odmah započnu i da se dovrše u postavljenom roku.

Formiranje »Omladinskog građevnog poduzeća«, kao što je bilo na izgradnji Autoputa Zagreb—Beograd, nije se moglo ostvariti, jer bi to zahtijevalo oduzimanje sredstava i kadrova drugim postojećim poduzećima, što bi išlo na uštrb i ostalih također važnih zadataka.

Kod dodjeljivanja zadataka na gradnji Autoputa trebalo je voditi računa i o tome, da se radovi dodijele onim poduzećima, koja zbog tog zadatka ne bi zapostavila ostale planom predviđene zadatke, a naročito izgradnju Jadranske ceste i ceste Osijek—Autoput.

Zbog toga je u Hrvatskoj izvršenje ovog važnog zadatka povjereno građevnim poduzećima: »Tehnika«, Zagreb, »Hidroelektra«, Zagreb, »Viadukt«, Zagreb, »Mostogradnja«, Beograd i »Metalna«, Maribor.

Brigu o smještaju, prehrani i radu omladinskih radnih brigada preuzela je na sebe posebna za to formirana »Investitorska grupa« pri Direkciji za ceste NRH, koja je ujedno postala investitor i nadzorni organ gradnje Autoputa na području NR Hrvatske.

Pripremni radovi

Nakon dovršenih organizacionih priprema i odobrenja potrebnih financijskih sredstava započelo se sa pripremnim radovima za izgradnju samog Autoputa.

Radove je trebalo izvesti prema projektu Inženjerskog projektnog zavoda (IPZ) — grupe ing. M. Fučkana, koji je svoj projekt prilagodio zahtjevima izmijenjenog investicionog programa u 1958. god. Prema tom projektu trebalo je izraditi dio Autoputa od km 0+600 (500 m sjevernije od mosta preko Save kod Jankomira) do km 16+200 (granica NR Hrvatske).

Radove će izvoditi ova građevna poduzeća:

I. Građevno poduzeće »Hidroelektra« iz Zagreba:
   1) zemljoradnje na dijelu kod km 1+408 do km 9+000,
   2) sve objekte od km 1+408 do km 7+700,
   3) izradu dviju prilaznih rampa sa betonske ceste Zagreb—Samobor na Autoput Zagreb—Ljubljana.

II. Građevno poduzeće »Tehnika« iz Zagreba:
   1) izradu zemljoradnji od km 9+000 do km 16+200,

2) izradu svih objekata od km 7+700 do km 16+200, uključivši i nadvožnjak kod Sv. Nedjelje,
3) izradu cementbetonskog kolovoza na dijelu od km 7+700 do km 16+200.

III. Građevno poduzeće »Viadukt« iz Zagreba:
1) izradu asfaltnog kolovoza na dijelu od km 0+600 do km 7+700,
2) izradu završnih radova na tom dijelu.

U isto vrijeme, dok su se vršile razrade projekata i ugovaranja s poduzećima, »Investitorska grupa« vršila je pripreme za prijem i smještaj Omladinskih radnih brigada. Iako su u III. mjesecu 1958. god. bile vrlo nepovoljne vremenske prilike, stalne kiše i snijeg, ipak su prve omladinske brigade, koje su došle na rad 10. III., bile smještene u potpuno gotovo Omladinsko naselje pokraj sela Domaslovca.

Uz pomoć tih prvih brigada u kratkom vremenu su izrađena i ostala naselja, kojih je bilo na ovom dijelu Autoputa svega tri; u njih se 1. IV. smjestilo 3000 omladinaca.



Slika 2.

Svako naselje je imalo, osim stambenih baraka, barake za kuhinje, blagovaonice, štabove naselja i brigada, klupske i društvene prostorije, ambulante, skladišta, kuptila i ljetne pozornice. U svakom je naselju provedena tekuća voda, a pored toga su postojali tuševi s toplom vodom.

Brigu o životu, političkom i kulturno-prosvjetnom radu u naseljima vodio je »savjet naselja« u zajednici s komandantom naselja, a sve prema uputama i pod rukovodstvom Glavnog štaba Omladinskih radnih brigada, čije je sjedište bilo u Otočcu na Krki.

Dolazak Omladinskih radnih brigada građevna su poduzeća dočekala spremna, jer su i ona do tog vremena podigla svoje baze. Poduzeće »Tehnika« podiglo je svoju glavnu bazu kod nadvožnjaka u Sv. Nedjelji i pomoćnu bazu na trasi u blizini mjesta Bregane.

Poduzeće »Hidroelektra« podiglo je svoju glavnu bazu također kod nadvožnjaka u Sv. Nedjelji, a pomoćnu bazu na trasi kod sela Ježdovec.

Građevinska mehanizacija kao i potrebni alat za Omladinske radne brigade bio je spreman i tako je početkom mjeseca aprila započeo sveopći rad na trasi Autoputa Zagreb—Ljubljana.

Donji stroj

Radovi na izgradnji donjeg stroja Autoputa započeli su istovremeno na više radnih mjesta.

Prema raspoloživoj građevinskoj mehanizaciji, kao i prema vrsti materijala, koji je trebalo iskopati odnosno ugraditi, razrađen je detaljni plan, iz kojeg se vidjelo, na koji način i u koje vrijeme treba započeti i završiti pojedine radove na pojedinim sektorima. Radovi su se uglavnom i izvodili prema tom planu.



Slika 3.

Po njemu je na dijelu Autoputa od km 1+408 do km 2+700 izrađeno 62 000 m³ nasipa od šljunka i pijeska. Na tom sektoru rad se izvodio potpuno mehanizirano. Humus je skidan buldozerima (dok je na svim ostalim dijelovima skidan ručno), posteljica nasipa je zbijana ježevima, koje je vukao traktor. Bageri su kopali šljunak i pijesak i tovarili u kamione-kipere, koji su prevozili i nasipavali šljunak u trup Autoputa. Buldozeri su razgrtali dovezeni materijal.



Slika 4.

Nabijanje šljunka vršilo se vibrasolima, a mješavina pijeska i gline pneumatskim valjcima.



Slika 5.

Materijal za izradu tog dijela nasipa uziman je iz pozajmišta u blizini trase, na mjestu, koje je predviđeno za buduću »Veslačku stazu«, tako je time ujedno iskopano i 300 m buduće »Veslačke staze«.

Na ostalim dijelovima rad se odvijao kombinirano. Tu je bilo sektora, gdje je Omladina kopala i pomoću ručnih kolica prevozila materijal u nasip, zatim sektora, gdje je Omladina tovarila i istovarivala kamione, a čak i sektora, gdje je bio ručni utovar i istovar, a prevoz se vršio konjskom zapregom. Na 250 m dugom usjeku rad se izvodio tako, da je bager kopao materijal usjeka i tovario ga u kamione kipere.

Drugdje su buldozeri kopali usjek, a Omladina je sa iskopanim materijalom punila kamione. Kamioni su razvozili materijal na srednju udaljenost od 1500 m, a Omladina ih je istovarivala. Ugradba materijala u nasip vršena je pomoću buldozera, a zbijanje pomoću ježeva i pneumatskog valjka.



Slika 6.

Izgradnja nasipa od mosta preko Save kod Jankomira do nadvožnjaka preko ceste Zagreb—Samobor zahtijevala je znatne napore, jer je na tom dijelu na dužini od cca 5 km trebalo ugraditi oko 350 000 m³ materijala u nasip, i to u roku manjem od 6 mjeseci. Poteškoća je bila i u tome, što su pojedini nasipi bili visoki i do 8 m, a izrađivani su od zemljanog materijala iz usjeka, koji se vrlo teško ugrađivao.



Slika 7.

Na ostalom dijelu Autoputa t. j. do km 16+200 izrada nasipa rađena je po istom principu, pa je na tom dijelu izrađeno 137 000 m³ nasipa.

Kontrola zbijenosti nasipa redovno je vršena, i to pomoću ploče po švicarskim VSS propisima.

Ispitivanja je vršio Institut građevinarstva Hrvatske (IGH) prema tehničkim uputstvima i uvjetima, koje je postavio investitor, a koji su bili obavezni za sve izvođače.



Slika 8.

Uputstva su razrađena za pojedina pozajmišta s obzirom na materijal, koji se u njima nalazio i glasila su:

1. Nasip izrađen iz materijala iz pozajmišta »Veslačka staza«, koji se sastoji od pješčanih frakcija s primjesama glinenih čestica, smije se ugrađivati u slojevima maksimalne debljine 20 cm u zbijenom stanju.

Zbijanje tog materijala vrši se ježevima, a zatim valjanjem pneumatskim valjcima. Nakon potpune zbijenosti treba površinu isplanirati s poprečnim nagibom od 3—4% i zatvoriti valjanjem običnim ili pneumatskim valjkom.

Nabijanje se smije vršiti samo tada, kad materijal ima vlagu približnu optimalnoj vlazi, koja je dobivena Proctorovim pokusom.

Nakon što je uvaljan prvi sloj (nad posteljicom gdje je skinut humus) smije se ugrađivati drugi sloj tek onda, kada je dokazana nosivost prvog sloja s najmanje $M_E = 150$ kg/cm², što izvođač mora dokazati atestom izdanim od Instituta građevinarstva Hrvatske (IGH), a na osnovu ispitivanja s pločom od 200 cm² (Ø 16 cm) po švicarskim normama SNV 40317.

Kontrola nosivosti vršit će se u principu na svakih 200 m ceste, a povrh toga i na svakome mjestu gdje nadzorni organ Investitora to zatraži.

Zbijenost drugog sloja dokazat će se probom prodiranja Proctorove igle. Koeficijent prodiranja Proctorove igle određen je u odnosu na zbijenost nasipa kod $M_E = 150$ kg/cm². Kontrolu Proctorovom iglom na terenu provodit će nadzorni organ uz prisustvo predstavnika izvođača.

Tek nakon dokazane propisane zbijenosti drugog sloja smije se ugrađivati treći sloj.

Kad nasipni sloj u zbijenom stanju dostigne visinu od 1 m, treba opet dokazati njegovu nosivost atestom IGH-a na osnovu ispitivanja po švicarskim propisima SNV 40317.

Ispitivanje nosivosti nasipa s pločom po švicarskim normama SNV 40317 obavezno je za svaki visinski metar nasipa. Za međuslojeve obavezno je komparativno ispitivanje zbijenosti nasipa Proctorovom iglom.

Nakon svakih 5000 m³ ugrađenog nasipa potrebno je atestom IGH dokazati postojanost na mrazu nasipnog materijala.

2. Nasip izrađen od šljunčanog materijala iz pozajmišta »Veslačka staza« smije se ugrađivati u slojevima maksimalne debljine 40 cm u zbijenom stanju. Zbijanje šljunčanog materijala smije se vršiti samo vibrasolom i vibromaksima težine cca 1500 kg, ili pak vibracionim valjcima težine cca 4 tone.

Nasivost prvog sloja (nad posteljicom) mora se dokazati atestom IGH-a, a na osnovu ispitivanja pločom prema švicarskim normama SNV 40317, kod čega smije biti najmanje $M_E = 400$ kg/cm².

Kontrola nosivosti šljunčanog nasipa vršit će se u načelu za svaki visinski metar nasipa. Na zahtjev nadzornog organa investitora moraju se ispitati i sumnjivi dijelovi međuslojeva. Isto tako kontrola nosivosti šljunčanog nasipa pločom vršit će se u načelu na svakih 200 m ceste, a povrh toga i na svakom onom mjestu gdje to nadzorni organ zatraži. Sva ispitivanja nosivosti moraju se dokumentirati atestom IGH za ispitivanje po švicarskim normama SNV 40317.

3. Nasip izrađen iz pozajmišta »Kanal uz trasu na km 2+800«, koji se sastoji od čistog pijeska i mješavine pijeska i šljunka, smije se ugrađivati u slojevima maksimalne debljine 30 cm u zbijenom stanju. Zbijanje tog materijala vršit će se vibrosolima, ili pak vibracionim valjcima težine cca 4 tone.

Nosivost prvog sloja (sloj nad posteljicom) mora se dokazati atestom IGH-a, a na osnovu ispitivanja pločom prema švicarskim normama SNV 40317, kod čega smije biti najmanje $M_E = 250$ kg/cm².

Kontrola nosivosti nasipa vršit će se po normama SNV 40317 za svaki visinski metar nasipa i za svakih 200 m ceste, povrh toga i na svakom onom mjestu, koje zatraži nadzorni organ investitora. Sva ispitivanja nosivosti nasipa moraju se dokumentirati atestom IGH-a.

4. Za nasip izrađen od materijala iz »Usjeka« i »Proširenja usjeka«, koji se sastoji od ilovače i pješčane ilovače, kao i za nasipe izrađene iz ostalih pozajmišta, određeni su propisi za ugradbu i kontrolu rada.

Na dijelu Autoputa od mosta preko Save kod Jankomira (km 1+408) do granice LR Slovenije (16+200) ukupno je izgrađeno 387 000 m³ nasipa, koji je izrađivan prema postavljenim Tehničkim uputstvima, a nad čijom izgradnjom je vršena stalna kontrola.

Pored ovih zemljoradnji na ovom dijelu Autoputa skinuto je 83 460 m³ humusa, a iskopano je 184 600 m³ usjeka, od kojeg je 21 500 m³ zemljanog materijala odbačeno u deponiju, jer po svojoj kvaliteti nije zadovoljavalo uvjetima izgradnje zemljanih nasipa.

Objekti

Autoput Zagreb—Bregana svojim većim dijelom prolazi kroz poplavno područje rijeke Save i njenih bujičarskih pritoka Gradne i Bregane. Zbog toga je na tom dijelu Autoputa trebalo izvesti znatan broj mostova i propusta.



Slika 9.

Ujedno se na ovom dijelu nalazi i najveći most na cijelom Autoputu Zagreb—Ljubljana, most preko Save kod Jankomira, koji je dugačak 330 m, a koji je izveden kao spregnuta konstrukcija. Čeličnu konstrukciju izradila je Tvornica »Metalna« iz Ma-

ribora, montažu tog velikog mosta kao i armiranu betonsku ploču izvelo je građevno poduzeće »Mostogradnja« iz Beograda.

Projekt mosta izradio je prof. ing. K. Tonković sa svojim suradnicima.

Osim ovog mosta na tom dijelu Autoputa izrađeno je još 47 raznih propusta i mostova, od kojih je: mostova otvora 13 m — 1 kom, otvora 8 m — 2 kom, otvora 7 m — 1 kom, otvora 5 m — 2 kom, a propusta otvora 4 m — 2 kom, otvora 3 m — 10 kom, otvora 2 m — 5 kom, otvora 1 m — 13 kom i otvora 0,8 m — 10 kom, te most — nadvožnjak kod Sv. Nedjelje raspona 63 m.

Od ovih objekata najveći je nadvožnjak kod Sv. Nedjelje, koji je projektirao Inženjersko projektni zavod — grupa ing. Draganića. Objekt je izgrađen na križanju Autoputa Zagreb—Ljubljana sa betonskom cestom Zagreb—Samobor. Ispod ovog nadvožnjaka pored ceste Zagreb—Samobor prolazi i gradska željeznica Zagreb—Samobor—Bregana, koja je preložena sa svoje prvašnje trase za cca 1 km na jug, da bi mogla biti propuštena ispod nadvožnjaka.

Objekt je izrađen tako, da je prema osi ceste kos, te je siječe pod kutem od 63°. Statički sistem konstrukcije je okvir sa 5 otvora: 11,35+13,0+14,0 +13,0+11,35 = 62,70 m, čiji su upornjaci balansirani okviri. Upornjak je oblikovan sa dva stupa i malim visećim krilima; a okvir se sastoji od kasetirane kolovozne ploče (roštilja) sa gornjom i donjom pločom. Kolovozna ploča leži na po jednom stupu s promjenljivim presjekom, koji se na vrhu proširuje u konsolu.

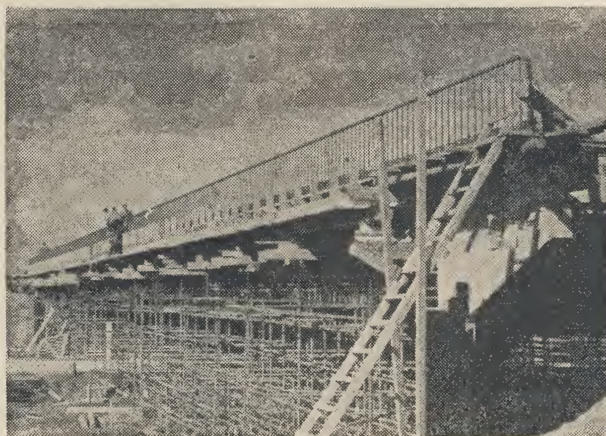
Izrada temelja ovog objekta predstavljala je dosta težak zadatak, jer ih je trebalo izvesti na dubinu od 6 m, i to u terenu, koji je u IV. i V. mjesecu imao dosta visoku podzemnu vodu, tako da se rad morao odvijati uz zaštitnu oplatu i pomoć jakih pumpa.

Za smanjenje dotoka podzemne vode trebalo je na dno građevne jame izbetonirati zaštitni sloj — čep debljine 50 cm, a tek zatim je vršeno daljnje betoniranje temelja i stupova. Temelj je izveden sa betonom marke MB-110, a ležajni dio u njemu marke MB-300. Betniranje temelja vršeno je bez prekida, a u isto vrijeme izbetoniran je beton marke MB-110 i beton jezgre MB-330.

Beton stupova i konsola bio je marke MB-300. Oblik konsole je T-presjek promjenljiv u vertikalnom i horizontalnom smjeru, tako da joj je presjek na kraju 30×54 cm, a pri stupu 114×100 cm. Istaka konsole je 4,48 m udaljena od osi stupa. Izradi konsole posvećena je naročita pažnja, jer je to najnapregnutiji dio mosta, koji je opterećen na savijanje, smicanje i torziju.

Ploča kolnika je kasetirana ploča debljine 55 cm; to je u stvari roštilj od uzdužnih i poprečnih nosača, koji su povezani sa gornjom i donjom pločom. Betoniranje te ploče skupa s konsolom izvedeno je bez prekida sa betonom marke MB-300.

Kod izrade ovog mosta prvi put je upotrebljena skela od željeznih bešavnih cijevi.



Slika 10.

Gornji stroj

Od mosta preko Save kod Jankomira pak do nadvožnjaka preko ceste Zagreb—Samobor izrađen je asfaltni kolovoz, i to kao logični nastavak Autoputa, koji prolazi kroz Zagreb. Asfaltni kolovoz položen je na tamponski sloj od riječnog šljunka, čija je debljina određena na osnovu geotehničkih, hidroloških i saobraćajnih podataka, te se kretala od 35 do 45 cm debljine.

Prema zaključcima odobrenog investicionog programa bilo je određeno da se na tom dijelu Autoputa izradi kolovoz, koji bi se sastojao od 8 cm uvaljanog tucanika i 3 cm debelog sloja asfaltnog saga, na koji će u budućnosti biti postavljen habajući sloj topeke. Analizirajući vrijednost ovakvog kolovoza i njegovu cijenu koštanja, odlučeno je da se umjesto toga izradi hladnim postupkom 6 cm debeli sloj bituminiziranog šljunka, na koji će se postaviti 4 cm bituminizirani šljunak toplim postupkom, a na taj sloj bi se ugradio otvoreni asfaltni sag.

Ti asfaltni radovi izrađivani su prema receptima i uputstvima, koje je dao Institut građevinarstva Hrvatske (IGH), a koji su uglavnom određivali ovo:

Donji bituminizirani nosivi sloj debljine 6 cm izrađivat će se od mješavine neprosijanog riječnog šljunka i bitumenske emulzije (emulbita) s procentualnim težinskim sastavom mješavine: neprosijanog šljunka 93,5% i bitumenske emulzije 6,5%.

Izrada mješavine vršit će se u hladnom stanju i to u betonskoj miješalici po principu izrade betona. Gotovu mješavinu treba razastrti na dobro zatvoreni i profilirani tamponski sloj, i to u sloju debljine 6 cm u uvaljanom stanju. Ugrađenu masu treba valjati vibracionim valjcima.

Gornji sloj bitumeniziranog šljunka debljine 4 cm izrađivat će se od mješavine prosijanog šljunka frakcija od 0—25 mm i bitumena PK 50/75 s procentualnim težinskim sastavom mješavine: prosijani šljunak maksimalnog zrna 25 mm 96% i bitumen PK 50/75 4%.

Pripremanje mješavine vršit će se toplim postupkom, i to u asfaltnom stroju po principu izrade asfalt-betona. Gotovu mješavinu treba razastrti na gotovi donji vezivi sloj, i to u debljini od 4 cm u uvaljanom stanju. Masu treba ugrađivati asfaltnim finišerom, a zatim uvaljati valjcima.

Na uvaljani gornji sloj bitumeniziranog šljunka treba nanijeti 3 cm debeli asfaltni sag (zatvoreni vezač), čija će mješavina imati ove komponente:

filera Zidani most		7%
pijeska 0—3 mm		5%
agregat iz Budinšćine	0— 3 mm	25%
agregat iz Budinšćine	3— 8 mm	10%
agregat iz Budinšćine	8—15 mm	25%
agregat iz Budinšćine	15—20 mm	30%
	Ukupno:	102%

Pretpostavlja se, da će ekshaustor izvući cca 2% frakcija 0—3 mm, pa ostaje ukupno 100%.

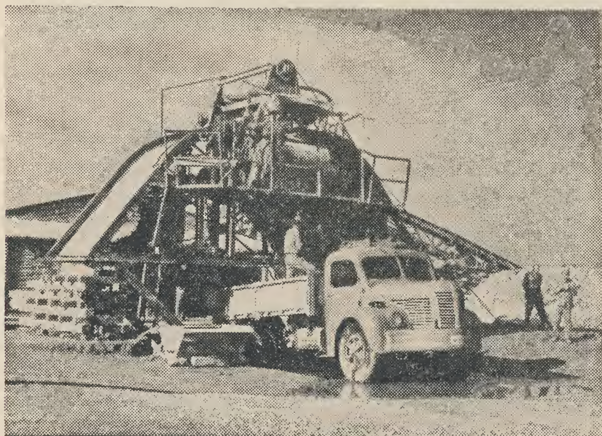
Na sto težinskih dijelova suhe mješavine treba dodati 5,5 težinska dijela bitumena, što daje gotovu asfaltnu mješavinu sa cca 5,1% bitumena.

Pripremu i ugradbu mase treba izvršiti prema propisima GN 902—701.

Kako je izrada takove vrste podloge i kolovoza primijenjena prvi puta kod nas upravo na ovom Autoputu, to je postavljen zahtjev, da Institut građevinarstva Hrvatske, koji je razradio recepte, ujedno ima i direktivni stručni nadzor nad tim radom.

Na dijelu Autoputa od km 7+700 do granice LR Slovenije izrađen je kolovoz od cement betona, u dva sloja debljine 15+5 cm. Donji sloj je od prirodnog šljunka, dok je gornji-abajući sloj od eruptivnog agregata iz Budinšćine i kopanog savskog pijeska. Za oba sloja upotrebljavan je cement iz Tvornice cementa »Sloboda« Podsused, i to t. zv. »Cement za cestogradnju«.

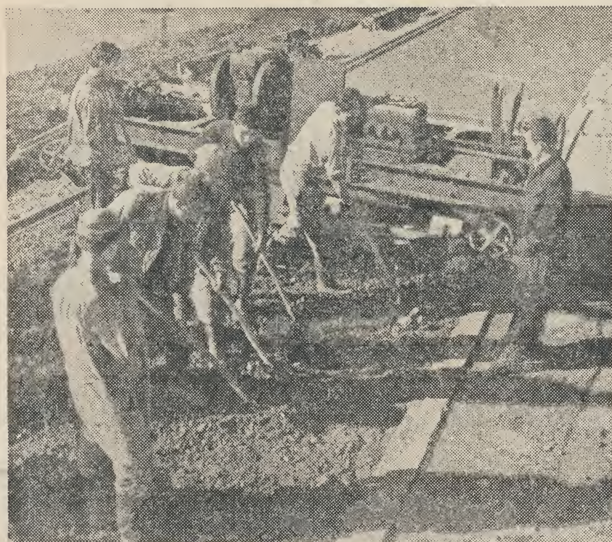
Izrada betona vršila se centralno u »Tvornici betona«, koja je smještena uz šljunčaru s vrlo dobrim prirodnim šljunkom, a koja se nalazila nedaleko od trase Autoputa. Doziranje šljunka,



Slika 11.

agregata i cementa vršeno je težinski, a za kvalitetnu kontrolu cementa, šljunka i betona postojao je terenski laboratorij uz samu »Tvornicu betona«. Proizvedeni beton transportirao se kamionima kiperima do mjesta ugradbe, t. j. do finišera.

Ugradba betona vršila se pomoću finišera širine 3,75 m, koji je jednim kotačem išao po već naprijed izrađenoj rubnoj traci, širine 40 cm, a drugim kotačem po željeznoj oplati sa šinjama.



Slika 12.

Prema tehničkim uvjetima donji sloj ovog kolovoza nije smio imati čvrstoću na tlak manju od $\sigma_{28} = 300$ kg/cm², a gornji sloj manju od $\sigma_{28} = 350$ kg/cm². Čvrstoća betona na savijanje nakon 28 dana nije smjela biti manja od 45 kg/cm² za gornji sloj betona. Redovno ispitivanje i kontrola kocaka i gredica pokazalo je, da su ti uvjeti potpuno zadovoljavali za cijelo vrijeme izvedbe kolovoza.

Iz betonskog kolovoza naknadno izvađeni betonski cilindri također su pokazali, da kvaliteta betona potpuno odgovara postavljenim uvjetima.

Završni radovi

Kod izgradnje ovog Autoputa nastojalo se, da se u 1958. god, pored kolovoza dovrše i što više ostale završne radove. Iako su u X., XI. i XII. mjesecu, t. j. u mjesecima, kada su došli na red završni radovi, bile jake kiše, ipak je većina tih radova pravovremeno dovršena. Tako je obloženo humusom cca 140 000 m² nasipa i usjeka, a pored toga je provedeno i hortikulturno uređenje tih humusiranih površina.

Također su postavljeni i smjerokazni stupići, na kojima su ugrađene žute i crvene pločice, koje po noći reflektiraju svijetlo vozila i na taj način markiraju granice ceste.

Po sredini čitavog asfaltnog kolovoza izrađena je isprekidana bijela traka od bijelog asfalta, i to po patentu Ing. Stojadinovića iz Beograda. Pored bijelih traka, koje služe sigurnosti saobraćaja po

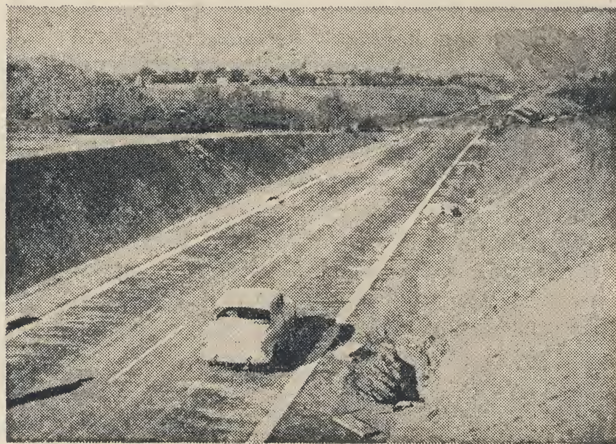
danu, ugrađene su sredinom asfaltnog kolovoza svijetleće »mačje oči«, koje po noći određuju sredinu asfaltnog kolovoza.



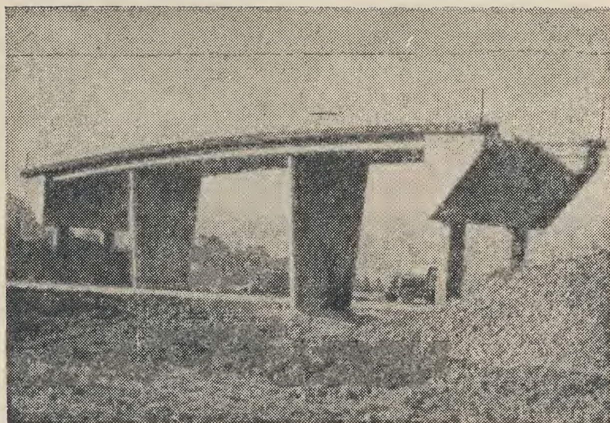
Slika 13.

Kako je naknadno rješeno, da i dio Autoputa koji prolazi kroz područje NR Hrvatske, treba da bude pravi Autoput, to je u IX. mjesecu 1958. g. donesena odluka da se izrade nadvožnjaci, kako bi se izbjegla križanja u nivou Autoputa.

Iza toga se pristupilo izradi projekata, a kratko vrijeme poslije toga i samoj izradi nadvožnjaka. Nadvožnjaci su izrađeni na ovim putnim prelazima u Ježdevcu, Brezju, Rakovici, Farkaševcu (samo za pješake), Bobovici i Bregani, s rasponima od 27 m do 40 m.



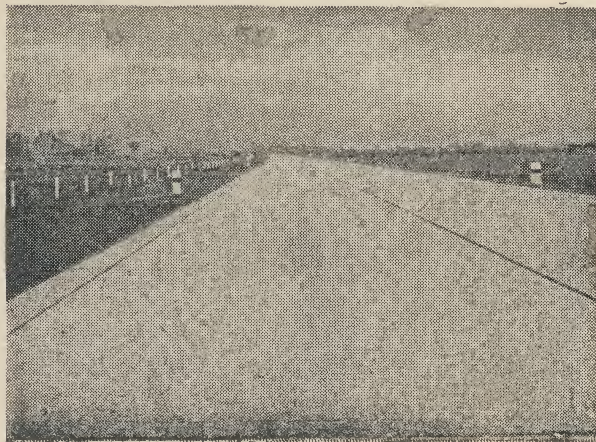
Slika 14.



Slika 15.

Iako su vremenske prilike za vrijeme građenja tih nadvožnjaka bile vrlo loše, ipak su oni bili pravovremeno gotovi, pa nisu predstavljali zapreku za otvorenje Autoputa u predviđenom roku.

Dio Autoputa »Bratstvo i jedinstvo«, Autoput Zagreb—Ljubljana, svečano je predan saobraćaju 23. XI. 1958. g., t. j. 6 dana prije postavljenog roka, kao plod radnih napora Omladinskih radnih brigada i kolektiva građevinskih poduzeća iz svih krajeva naše zemlje.



Slika 16.

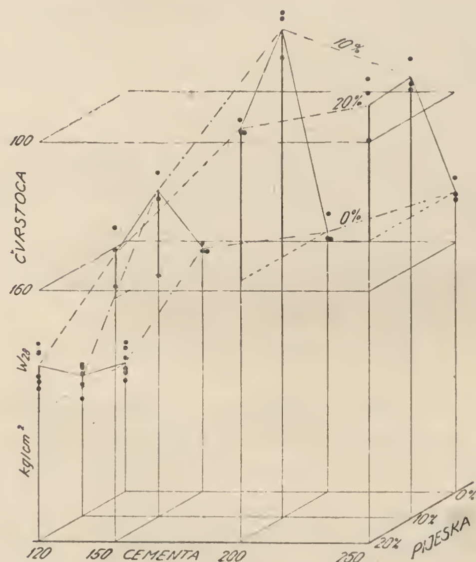
Dio tog Autoputa, od Zagreba prema Ljubljani, koji prolazi kroz područje NR Hrvatske, izradio je radni kolektiv od 88 Omladinskih radnih brigada i 350 građevinskih radnika i stručnjaka, koji su uložili mnogo truda, da u roku od 8 mjeseci izrade tako velik zadatak.

O MATERIJALU ZA ZIDOVE

Ing. **Ivan Glogolja**, Zagreb

Kod nekih konstruktivnih dijelova zgrada, za koje se zahtijeva znatna čvrstoća i mala provodljivost topline, pokazao se kao podesan materijal beton od drobljene opeke kontinuiranog sastava. Posljednjih godina on je primijenjen na nekoliko novogradnja u Zagrebu.

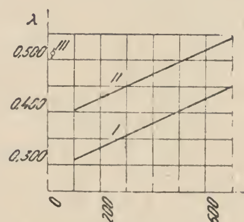
Uporedno s primjenom materijal je ispitivan na gradilištu i u laboratoriju, pa danas raspolažemo s rezultatima, koji mogu biti od opće koristi za građevinarstvo. Čvrstoća betona od drobljene opeke ispitana je na većem broju probnih kocaka, prizama i Emperger gredica. Na slici 1 prikazane su



Sl. 1 — Čvrstoće kocke u kg/cm²

srednje čvrstoće kocke starih 28 dana, sa 120, 150, 200 i 250 kg cementa na m³ betona, s dodatkom pijeska od 0%, 10% i 20%. Vrijednosti su ustanovljene na 45 ispitanih uzoraka. U podacima su dane srednje vrijednosti za serije po tri kocke veličine 20/20/20′ cm.

Iz podataka na sl. 1 vidimo, da je sa 120 kg cementa postignuta srednja čvrstoća nešto iznad 50 kg/cm², dok je sa 150 kg cementa dobiven beton čvrstoće 97 do 120 kg/cm², a sa 200 kg cementa beton marke 160. Pri tome treba uočiti činjenicu, da se kod betona bez dodatka pijeska postižu razmjerno premalene čvrstoće, pa se, što se tiče čvrstoće, takav beton može smatrati neekonomičnim. Najpovoljniji je dodatak od 10% pijeska, s kojim se, uz 200 kg cementa, postižu veće čvrstoće nego kod običnog betona sa šljunkom. Međutim, dodatak pijeska toplinski djeluje nepovoljno. Iz podataka za ustanovljeni koeficijent toplinske provodljivosti λ (sl. 2) razabire se, da je beton od drobljene opeke i uz dodatak od 10% pijeska, specifične težine cca



Sl. 2 — Koeficijent toplinske vodljivosti

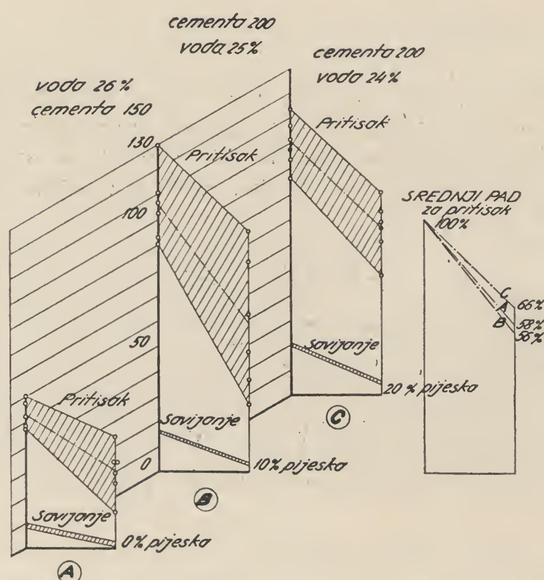
1700 kg/m³ znatno povoljniji nego za zidove od opeke, jer je u području prosječnih temperatura zraka (22°C) 0,53 : 0,68 (odn. 0,75).

Uzorak	I	II	III
cement	200	200	200
pijesak	—	10	10
prostorna težina	1600	1710	1686

Ispitivalo se je kod prosječne temperature zraka na 17°C i 27°C na pločama veličina 50×50×6,2 cm, izrađenima od smjese drobljene opeke, cementa i pijeska, koja je ranije dala prosječno najbolju kvalitetu s obzirom na čvrstoću za pritisak i na ekonomičnost (200 kg cementa, 10% pijeska). Postignuta je čvrstoća kocke od 184 do 201 kg/cm², veća od čvrstoće betona marke 160, pa se prema tome može pouzdano računati kao beton te kvalitete. Za proračun su interesantne srednje vrijednosti ustanovljenih podataka s dopuštenom tolerancijom ± 5%. Za beton prostorne težine 1690 kg/m³, sa 6,5% vlažnosti dobiven je koeficijent provodljivosti topline λ = 0,53 kod prosječne temperature zraka od 22°C. Usporedimo li to s rezultatom u djelu »Wedler / Hummel: Trümmerverwertung« 1947, vidimo, da je za materijal prostorne težine 1630 kg/m³ sa težinskim sadržajem vlage od 4,5% odn. prostornim sadržajem od 7,3% koeficijent provodljivosti topline λ = 0,66. Usporedba pokazuje, da je naš produkt toplinski znatno povoljniji.

Materijal je ispitan i kod visokih temperatura, s obzirom na upotrebu za dimnjake. Ispitani su uzorci na čvrstoću prije i nakon žarenja do 700°C

za vrijeme od jednog sata. Rezultati ispitivanja na pritisak i savijanje predočeni su u sl. 3. Ispitivani uzorci bili su 14 dana stari.

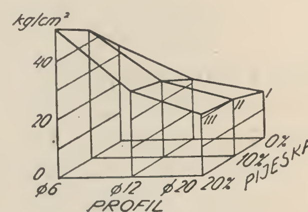


Sl. 3 — Utjecaj žarenja na 700°C

Općenito se može reći, da čvrstoća pada žarenjem na 700°C otprilike na polovicu kod naprezanja na pritisak, a na cca jednu petinu kod naprezanja savijanjem. Odavde možemo zaključiti, da se savijani dijelovi konstrukcija ne bi smjeli zagrijavati, dok se kod pritisnutih dijelova to može dopustiti to više, što su takva zagrijavanja redovito lokalna, na pr. kod priključka ložišta na dimnjak. Iz prikazanih podataka se razabire, da učinku topline najbolje odolijeva materijal s većim dodatkom pijeska, pri čemu je opadanje čvrstoće pojedinih uzoraka jednolično. Dugotrajna ispaljivanja dimnjaka, kod kojih mogu nastupiti i znatno veće temperature (do 1500°C) treba svakako izbjegavati, jer takve temperature materijal ne bi mogao podnijeti bez veće štete za čvrstoću i cjelovitost konstrukcije. Utjecaju viših temperatura bolje bi odolio beton od drobljene opeke s aluminatnim cementom i dodatkom kremenog pijeska, jer pijesak od vapnenca žarenjem prelazi iznad 700°C u paljeno vapno (CaO), a kasnijim vlaženjem u gašeno vapno, dok se promjene na kremenom pijesku zbivaju u ovisnosti o primjesama tek kod temperatura iznad 1600°C.

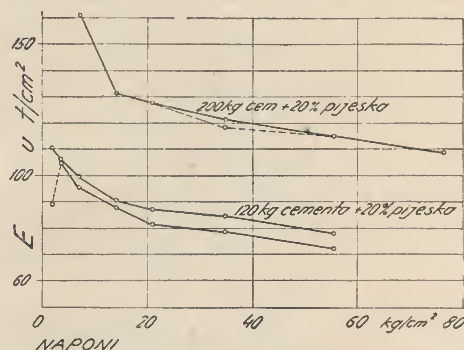
Izradom i ispitivanjem Empergerovih gredica na gradilištu dokazana je podobnost armiranja betona od drobljene opeke. S količinom od 250 kg cementa na kubik betona postiže se najmanje beton marke 160. Kako se razabire iz rezultata na slici 4, za armiranje su podesniji tanki profili armature i beton s dodatkom 10 do 20% pijeska. Uzorci su bili izrađeni sa 23% vode, 250 kg cementa, a bili su kod ispitivanja stari 28 dana.

Armiranje betona od drobljene opeke potrebno je kod znatno opterećenih tankih presjeka, kod kojih se zahtijevaju i povoljna toplinska svojstva, na



Sl. 4 — Čvrstoća prionljivosti

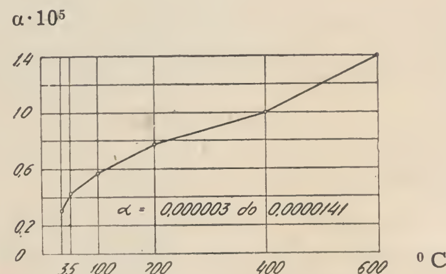
primjer kod vanjskih zidova i stupova. Pri tome treba voditi računa o elastičnim svojstvima materijala, koja se približno mogu ocijeniti na osnovu



Sl. 5 — Modul elastičnosti E

rezultata na slici 5 usporedbom s običnim betonom analognog sastava. Ispitivani uzorak I bio je 48 dana star, dok su uzorci II_1 i II_2 bili 106 dana stari.

Koeficijent rastezanja zbog topline α ispitan je na tri vrste smjesa u pogledu sadržaja pijeska (0%, 10%, 20%). Rezultati su za sve tri vrste vrlo bliski



Sl. 6 — Koeficijent rastezanja

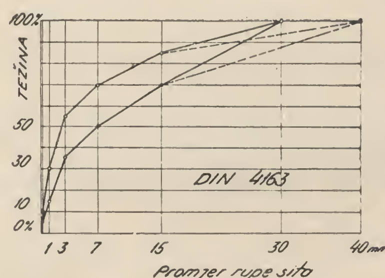
i ne pokazuju pravilnosti u vezi s dodanim količinama pijeska u betonu. S obzirom na to nanesene su u slici 6 samo srednje vrijednosti.

Na osnovu ovih podataka vidimo, da se beton od drobljene opeke može primjenjivati za dijelove zgrada i konstrukcija, pa se tako mogu iskoristiti

otpaci, koji se stvaraju pri normalnoj manipulaciji u ciglanama. Naravno, da će katkada biti korisno drobiti čitavu i zdravu opeku, da bi se dobio agregat za produkt s razmjerno velikom čvrstoćom i povoljnim toplinskim svojstvima. U tom slučaju materijal je za kojih 36% skuplji, prema analizi cijena iz god. 1956. U slučaju većih potreba ne bi bilo na odmet pomišljati na ekonomičniji način produkcije materijala za tu svrhu, t. j. na produkciju nepravilnih komada, koji će biti jeftiniji od opeke.

Da se postignu naprijed opisana povoljna svojstva betona, mora njegova izrada biti pažljiva. Kao i kod betona sa šljunkom, agregat mora biti čist od organskih primjesa. Prašine ispod 0,2 mm može sadržavati do 5%, ali je bolje da se ona ispere i zamijeni naravnim pijeskom. U načelu treba agregat granulirati u 2 ili bolje 3 frakcije i potom miješati u određenom sastavu (0/3, 0/7, 3/7, 7/15, 15/30).

Kod zidova mogu najkrupnija zrna biti 40 do 50 mm promjera. Kod armiranih dijelova do 30 mm, a kod dijelova s malom debljinom do 1/4 debljine najtanjeg elementa. Njemačke norme (DIN



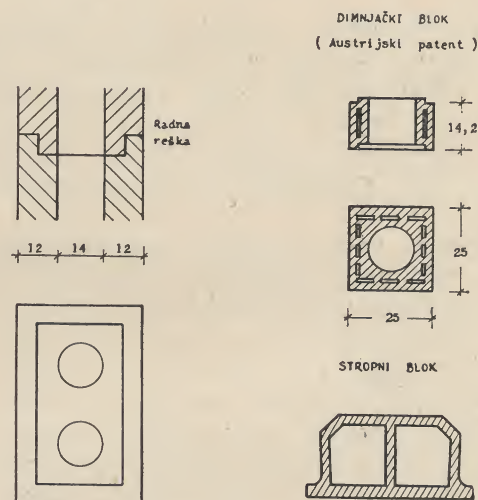
Sl. 7 — Prolaz agregata kroz sito

4163) propisuju granulometrijski sastav agregata prema slici 7, pri čemu treba pijesak računati sa 2/3 stvarne težine.

Od najveće je važnosti način dodavanja vode. Vodu treba najprije dodati prije miješanja zbog napajanja suhe opeke, da ona prilikom miješanja i livenja u kalupe ne izvuče iz mokre smjese vodu, koja je potrebna za obrazovanje morta. Izradi smjese može se pristupiti tek kad je opeka dovoljno zasićena vodom. Vodocementni faktor kreće se u širokim granicama, u ovisnosti od poroznosti agregata. Kao smjernica može poslužiti podatak, da je za napajanje agregata od zagrebačke opeke trebalo vode 17 do 20% od težine suhog agregata.

Za razliku od običnog betona treba materijal nabijati u kalupima vrlo oprezno, laganim drvenim nabijačima, da pri tome komadi opeke ne popucaju i pukotine ne ostanu bez morta, jer bi to znatno umanjilo čvrstoću gotovog betona. Bolje je da se smjesa u kalupima vibrira. Zaštita od sunca i mraza je slična kao kod običnog betona.

Navodim, da je beton od drobljene opeke primijenjen na nekoliko objekata za izložbu »Interbau 1957« u Berlinu. Tako je izvedena zgrada od 17 spratova sa zidovima u armiranom betonu od opeke. Za izvedbu dimnjaka preporuča se kremeni pijesak i aluminatni cement. Dimnjaci se mogu izvoditi od cijevi ugrađenih u zidove ili beton od opeke, ali bi debljina stijenke trebala biti 3 do 5 cm. Mogu se također izrađivati prefabricirani blokovi, sa debljinom stijenke na najtanjem mjestu 12 cm ili više, od betona izrađenog sa dodatkom od 20% pijeska, da se spriječi probijanje kondenzata na vanjsku površinu zida. Ti su uvjeti utvrđeni kod ispitivanja gotovog materijala na probijanje vode. Slaba mjesta, kroz koja si kondenzat iz cijevi dimnjaka probija put, jesu radne reške. Stoga treba kod izvedbe dimnjaka posvetiti najveću pažnju položaju i oblikovanju radnih reški. (Slika 8.) Rešku bi trebalo oblikovati poput utora,



Slika 8.

kod kojeg bi se kondenzat morao popeti, da dopre na vanjsku površinu. Slično treba postupati i kod dimnjaka sa cijevima; spoj cijevi treba da bude po mogućnosti ispod radne reške zida oko cijevi. Cijevi u oplati treba pouzdano fiksirati, da prilikom betoniranja ne promjene položaj. Nastavak rada obaviti uz najveće mjere opreza, s prethodnim čišćenjem i vlaženjem donjih dijelova. Posljedice nepažljivog rada (crne mrlje na obojenim zidovima) su veoma neugodne. U Austriji se izvode patentirani blokovi za dimnjake, v. sliku 8.

Za armirane su stropove naročito podesne jednosmjerne ili unakrst armirane glatke ploče. Za izvedbu rebričastih stropova mogu se izrađivati čitavi stropni blokovi (slika 8.). Prednost armiranih stupova od takvog betona sastoji se u slaboj vodljivosti topline. Radi zaštite armature treba smjesa da sadrži 250 kg cementa na kubik gotovog betona. Beton od drobljene opeke podesan je zatim za ploče razdjelnih zidova, te za monierke, tarace, betonske podloge i slično.

PROVJERAVANJE SASTAVA ŽBUKE NAKNADNOM KEMIJSKOM ANALIZOM

Ing. **Veljko Korać**, Tehnološki fakultet, Zagreb

Među slučajevima korozije građevnog materijala, koje smo ispitivali u Zavodu za rudarsku kemiju, imali smo i takav slučaj, gdje je naknadno trebalo ustanoviti, da li su prigodom gradnje jednog silosa bili stvarno upotrebljeni produžni mortovi od cementa, kreča i pijeska u omjeru 1:3:9. Radilo se o sporu između investitora i građevnog poduzeća, koje je izvodilo radove, gdje je kontrolom radova konstatirano da kvalitet žbuke ne odgovara.

Da bi se moglo ustanoviti, jesu li stvarno cement, kreč i pijesak bili upotrebljeni u omjeru 1:3:9, trebalo je prije svega posebno analizirati sirovine od kojih je taj mort bio priređen. Analizirali smo pijesak i cement, dok nam upotrebljeni kreč, u času analiziranja, nije stajao na raspoloženju.

Međutim, poznato je da su naši vapnenci, koji se upotrebljavaju za pečenje kreča, vrlo čisti, te i sam JUS dopušta u gašenom odnosno hidratiziranom kreču zbir komponenata: $SiO_2 + Fe_2O_3 + Al_2O_3$ = maks. 2%. Zato smo i mogli bez analize upotrebljenog kreča izračunati dovoljno točno približne vrijednosti uzetih omjera cementa, kreča i pijeska na bazi nađenih količina SiO_2, Al_2O_3 i SO_3 u tim sirovinama i u upotrebljenom mortu.

Na analizu smo dobili dvije vrste žbuke, od kojih je jedna bila načinjena od finijeg, a druga od grubljeg pijeska. Sam cement je svojim sastavom zadovoljavao propise JUS-a.

Analize upotrebljenih sirovina odnosno žbuka dale su ovaj rezultat:

Komponente	Cement	Sitniji pijesak	Žbuka od sitnijeg pijeska	Krupniji pijesak	Žbuka od krupnijeg pijeska
Gubitak žarenjem u %	4,82	27,27	24,28	18,17	18,32
Higrovlaga u %	0,86	0,34	1,16	0,33	1,18
Netopivo u %	1,08	0,93	0,16	0,85	0,61
SiO_2 u %	18,37	31,52	28,05	50,56	43,52
Fe_2O_3 u %	2,82	3,12	2,82	2,82	2,52
Al_2O_3 u %	6,30	4,13	3,99	3,58	3,63
CaO u %	59,90	26,40	34,20	21,40	27,10
MgO u %	2,32	5,47	4,89	2,21	2,21
SO_3 u %	2,68	1,25	1,27	1,06	1,13

Zbog razlika u gubitku žarenjem trebalo je sve te rezultate preračunati na žarenu supstanciju. Tako preračunani rezultati dali su nam ovaj sastav:

Komponente	Cement	Sitniji pijesak	Žbuka od sitnijeg pijeska	Krupniji pijesak	Žbuka od krupnijeg pijeska
Netopivo u %	1,15	1,28	0,21	1,03	0,75
SiO_2 u %	19,65	43,29	37,23	61,26	53,90
Fe_2O_3 u %	3,02	4,29	3,74	3,42	3,13
Al_2O_3 u %	6,74	5,67	5,29	4,34	4,49
CaO u %	64,10	36,24	45,35	25,96	33,55
MgO u %	2,48	7,51	6,50	2,71	2,76
SO_3 u %	2,86	1,72	1,68	1,28	1,42

Kao najprikladnija komponenta za izračunavanje poslužio nam je SiO_2, s obzirom na to, da dolazi u većem postotku u cementu i pijesku, a neznatno ga ima u kreču.

Ako je upotrebljeni mort zaista bio načinjen u omjeru cement : kreč : pijesak = 1 : 3 : 9, onda bi stvarna količina SiO_2 u žbuci od finijeg pijeska morala biti 31,51%, kao što smo to ustanovili računom, zanemarivši kod toga SiO_2 u kreču.[1]

Analizirana žbuka od tog pijeska sadrži u stvari 37,23% SiO_2. Dakle, razlika iznosi: +5,72%!

Da je upotrebljeni gašeni kreč sadržavao i maksimalnu količinu SiO_2, t. j. 2%, još uvijek bi se teoretski moguća količina SiO_2 u žbuci povećala samo za $\frac{3 \times 2\%}{13} = 0,46\%$.

Računajući na isti način, dobili smo, da bi teoretska količina Al_2O_3 morala biti 4,44% (dobivena razlika iznosi +0,85%), a za SO_3 1,41% (razlika + 0,27%).

Kod žbuke s krupnijim pijeskom izračunali smo, da bi na bazi omjera 1 : 3 : 9 smjeli imati svega 43,90% SiO_2 odnosno 3,52% Al_2O_3 i 1,05% SO_3, dok smo analizom žbuke našli 53,90% SiO_2 (razlika: +10,00%), odnosno 4,49% Al_2O_3 (razlika: +0,97%) i 1,41% SO_3 (razlika: +0,37%).

---

[1] Kako se mort sastoji od 13 težinskih dijelova, od kojih 1/13 otpada na cement, a 9/13 na pijesak, to smo narednom jednadžbom izračunali teoretski postotak SiO_2 u žbuci:

$$\frac{1 \times 19,65\%}{13} + \frac{9 \times 43,29\%}{13} = 31,51\% \ SiO_2$$

Analize, dakle, pokazuju, da ni kod jedne ni druge žbuke sirovine cement, kreč i pijesak nisu bile upotrebljene u omjeru 1 : 3 : 9, kao što to tvrdi izvođač.

Postavlja se sada pitanje, kakav je omjer stvarno bio upotrebljen kod izrade tih žbuka? Da bi to mogli ustanoviti, moramo postaviti bilansu materijala. Kao prvi primjer uzet ćemo žbuku od sitnijeg pijeska. Za bazu uzmimo 100 kg suhe žbuke, t. j.:

1) $c + k + p = 100$ kg, gdje je c = cement
k = kreč
p = pijesak

odnosno: $k = 100 - (c + p)$

Iz količine SiO_2 proizlazi da je

2) $0,1965 \times c + 0,4329 \times p = 37,23$, odnosno:

$$p = \frac{37,23 - 0,1965\,c}{0,4329}$$

Iz količine Al_2O_3 proizlazi da je

3) $0,067 \times c + 0,057 \times p = 5,29.$

Riješimo li te tri jednadžbe, dobivamo

$$0,067\,c + 0,057 \cdot \frac{37,23 - 0,1965}{0,4329} = 5,29,$$

i odatle $c = 9,5;$

$$p = \frac{37,23 - 0,1965\,c}{0,4329} = \frac{37,23 - 0,1965 \cdot 9,5}{0,4329} = 81,6$$

$$k = 100 - (c + p) = 100 - (9,5 + 81,6) = 8,9,$$

$$c + k + p = (9,5 + 8,9 + 81,6)\ \text{kg} = 100\ \text{kg}.$$

Te se količine odnose na žarenu supstanciju. Da ih preračunamo na sirovo stanje, treba uzeti u obzir postotak vlage kod svake pojedine komponente u sirovom stanju. Pri tome smo kod kreča uzeli teoretsku količinu vode sadržane u gašenom vapnu, a koja iznosi 24,3%.

Preračunano na sirovo stanje, dobili smo ove količine:

$$\text{cement} = \frac{9,5}{0,952} = 9,9\ \text{kg},\quad \text{kreč} = \frac{8,9}{0,757} = 12,2\ \text{kg},$$

$$\text{pijesak} = \frac{81,6}{0,727} = 112,2\ \text{kg}.$$

Izračunamo li omjer iz tih podataka na bazi, da je cement = 1, dobivamo:

$$c : k : p = \frac{9,9}{9,9} : \frac{12,2}{9,9} : \frac{112,2}{9,9} = 1 : 1,23 : 11,33.$$

U ovom bi slučaju to značilo, da je uzeto premalo kreča, a previše pijeska.

Da provjerimo taj omjer, uvrstili smo vrijednosti za SiO_2 i našli, da teretska količina SiO_2 iznosi 27,73%, dakle ogtovo kao i koliična, koju smo odredili analizom žbuke.[2]

Na isti način dobili smo na bazi tog omjera ove teoretske količine za ostale komponente u žbuci:

Al_2O_3 = 3,92%, SO_3 = 1,24%, CaO = 33,40%.

Usporedimo li te vrijednosti s vrijednostima nađenima kemijskom analizom žbuke od sitnijeg pijeska, vidimo da se one vrlo dobro podudaraju. Jedino se pojavila razlika kod CaO, i to u visini od 0,80%, što je i razumljivo, jer kreč, koji je bio upotrebljen, nismo naknadno analizirali, već smo pretpostavili njegov teoretski, i to idealni sastav, t. j. bez ikakvih primjesa.

Računajući na isti način kod žbuke sa krupnijim pijeskom, dobili smo na bazi bilanse materijala da je sastav žbuke odgovarao omjeru:

$$c : k : p = 1 : 0,49 : 8,75.$$

I ovdje vidimo, da je kreča uzeto daleko premalo.

Pretpostavimo li međutim, da je stvarno na 1 dio cementa bilo uzeto 3 dijela kreča, značilo bi to, da je u žbuku ukupno bilo uzeto $(4 + y)$ težinskih dijelova suhog sastava. Izračunamo li na toj bazi omjer iz podataka za SiO_2, dobivamo računom:

$$\frac{1 \times 18,37}{4 + y} + \frac{3 \times 0,00}{4 + y} + \frac{y \times 50,56}{4 + y} = 43,52,$$

odnosno:

$$y = \frac{155,71}{7,04} = 22.$$

Prema tome bi izlazilo, da je upotrebljeni omjer bio 1 : 3 : 22.

U tom bi slučaju bilo uzeto daleko previše pijeska.

Vidimo, da se promjenom količine samo jedne komponente, znatno mijenja količina druge komponente.

Prema tome, kako imamo smjesu, koja se sastoji od 3 varijabilne komponente, ne možemo reći, u kakvom je stvarnom odnosu bila pripremljena žbuka, jer promjena količine samo jedne komponente povlači za sobom promjenu i ostalih komponenata.

Međutim, jedno je sigurno, da u oba ova konkretna slučaja nisu bile pripremljene žbuke u omjeru 1 : 3 : 9, što smo i htjeli provjeriti naknadnom kemijskom analizom.

---

[2] Račun sproveden analogno napomeni br. 1.

GRAĐEVINARSTVO U SVJETLOSTI »STATISTIČKOG GODIŠNJAKA FNRJ 1958«

Milan Jančiković, Zagreb

Već petu godinu Savezni zavod za statistiku izdaje »Statistički godišnjak FNRJ«, koji objavljuje građu sistematiziranu u ovih sedam dijelova:

1. Društvene i geografske karakteristike FNRJ.
2. Pregledi za Jugoslaviju o stanovništvu, zaposlenosti, narodnom dohotku i privrednoj bilansi, te stanju svih privrednih grana, budžetu, finansiranju investicija, novcu, osiguranju, cijenama, plaćama, troškovima života, prosvjeti i kulturi, zdravstvu, socijalnoj zaštiti, pravosuđu i športu od 1948—1957.
3. Pregledi po narodnim republikama — po materijalu iz toč. 2 sa skraćenim vremenskim serijama (posljednjih 4—5 godina).

4., 5., 6. Pregledi po kotarevima, općinama i gradovima, samo za 1957.

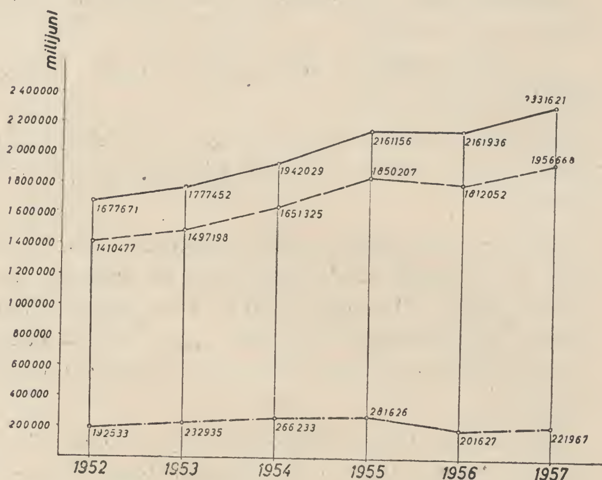
7. Međunarodni pregled.

Objavljeni podaci dobiveni su iz rezultata redovnih statističkih službi ili povremenih popisa i anketa.

U ovom prikazu zadržat ćemo se samo na podacima o građevinarstvu. O njemu nalazimo u dijelu Godišnjaka, koji obrađuje Jugoslaviju kao cjelinu, ove preglede:

— Građevinska poduzeća općedruštvenog sektora;
— Indeksi građevne proizvodnje, izvršenih efektivnih sati i zaposlenog osoblja;
— Indeksi cijena građevinskog materijala;
— Vrijednost izvršenih građevinskih radova;
— Građevinski radovi općedruštvenog sektora prema djelatnosti investitora;
— Broj i građevinske veličine završenih objekata;
— Stambeni fond;
— Stambena izgradnja.

U dijelu Godišnjaka, koji obrađuje materijal po narodnim republikama, prikazani su podrobnije razrađeni podaci po istom sadržaju pregleda kao za Federaciju, osim indeksa građevne proizvodnje i indeksa cijena građevnog materijala, koji su obrađeni samo za Federaciju.



Grafikon 1

——— *ukupno FNRJ*
— — — *privredne organizacije ukupno*
—.—.— *građevinarstvo*

Pregledi po kotarevima i gradovima obrađuju samo izvršene građevinske radove po vrstama objekata u 1957. g. Pregledi po općinama građevinarstvo uopće ne obrađuju.

Nije svrha ovog prikaza, da čitaocu ponovi svu gore obrađenu materiju, jer se zainteresirani mogu s njom upoznati u samom »Godišnjaku«. No napominjemo, da se u posljednjoj glavi Godišnjaka (str. 675—701) nalaze tekstualna objašnjenja uz statističke preglede, s metodološkim objašnjenjima: o društvenom proizvodu, materijalnim troškovima, amortizaciji, narodnom dohotku, akumulaciji, fondovima i t. d.

U odjeljku o građevinarstvu (str. 685) dana su metodološka objašnjenja i definicije o građevinskom objektu, završenom građevinskom objektu, novogradnji, adaptaciji, rekonstrukciji i sl.

1. Zaposlenost

U društvenom sektoru kretanje zaposlenih (godišnji prosjek) prikazuje grafikon 1.

Po broju zaposlenih u privrednim granama građevinarstvo dolazi na **drugo mjesto**. Na prvo mjesto dolazi industrija (1957—900 164), na treće trgovina i ugostiteljstvo (210 696), potom saobraćaj (184 102) i t. d.

Prateći broj zaposlenih u građevinarstvu tokom zadnjih šest godina, vidimo vrhunac god. 1955. sa 281 626 zaposlenih, koji u god. 1957. pada na 221 967.

Žene sudjeluju u broju zaposlenih u građevinarstvu sa cca 7%.

Broj učenika u privredi u građevinarstvu iznosi cca 5 000 ili 2,3%, što je vrlo malo i zabrinjava.

Po kvalifikacijama dobivamo za god. 1957. ovu strukturu:

— radnici	visokokvalificirani	7%
	kvalificirani	28%
	priučeni	20%
	nekvalificirani	45%
		100%
— službenici sa	višom spremom	15%
	srednjom spremom	42%
	nižom spremom	22%
	pomoćni	21%
		100%

Posebno pada u oči vrlo mali udio službenika s višom spremom u odnosu na sve ostale (15% : 85%).

2. Narodni dohodak

Građevinarstvo sudjeluje u narodnom dohotku FNRJ od 1 444 107 milijuna sa svega 64 511 milijuna, pa se nalazi na pretposljednjem mjestu.

Ispred njega su po redu: industrija, poljoprivreda, trgovina, saobraćaj, zanatstvo, a iza njega šumarstvo.

U iskazanim brojkama narodnog dohotka u god. 1956. nalaze se iznosi plaća i drugih ličnih primanja, te akumulacije i fondovi.

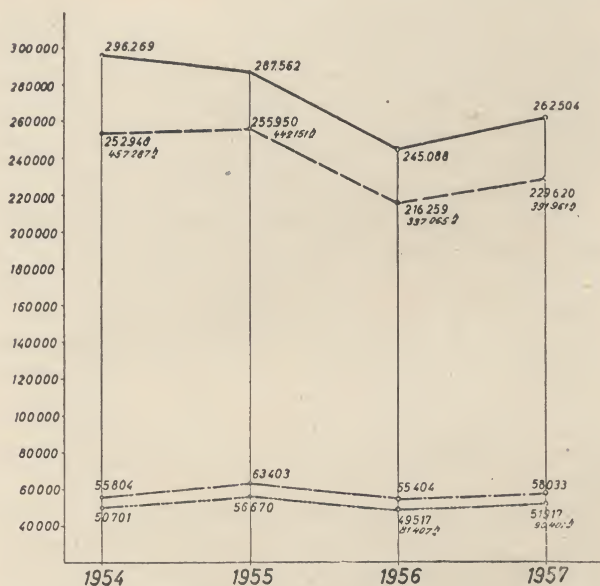
3. Građevna poduzeća općedruštvenog sektora

	1954	1955	1956	1957
FNRJ	379	432	434	410
NR Hrvatska	78	84	102	101

Dakle, od 1954. do 1957. god. broj građevnih poduzeća povećao se u FNRJ za 31, dok je u NR Hrvatskoj porastao za 23.

Prema vrstama objekata, na kojima su građevna poduzeća izvodila radove u 1957. god., najveći broj je iz visokih gradnja (objekti društvenog standarda) tj. 238 ili 58%, potom iz niskih gradnja 91 poduzeće ili 23%, iz industrijske gradnje 41 poduzeće ili 10% i konačno iz hidrogradnje 18 poduzeća ili 4%. Usto postoje još 22 poduzeća ili 5% mješovitog tipa.

Zaposleno soblje na dan 30. IX. 1957. i izvršeni efektivni sati u osnovnoj djelatnosti (u 000) prikazani su na grafikonu 2.



Grafikon 2

FNRJ ——— *ukupno*

— — — *radnici*

NR Hrvatska — . — . — *ukupno*

— ... — ... — *radnici*

Podaci o zaposlenim radnicima ne mogu se stavljati u odnos s ukupno izvršenim efektivnim satima, jer su to satovi radnika u osnovnoj djelatnosti i to za cijelu godinu.

4. Indeksi građevne proizvodnje, efektivnih sati i zaposlenog osoblja

Pregledi koji obrađuju indekse na bazi 1956 = 100 daju ove rezultate:

	Vrijednost izvršenih radova	Izvršeni efektivni sati	Zaposleno osoblje	Zaposleni radnici
1952.	89	96	78	85
1953.	107	116	99	105
1954.	122	129	123	128
1955.	120	132	125	130
1956.	100	100	100	100
1957.	129	115	116	114

5. Indeksi cijena građevinskog materijala (1956 = 100)

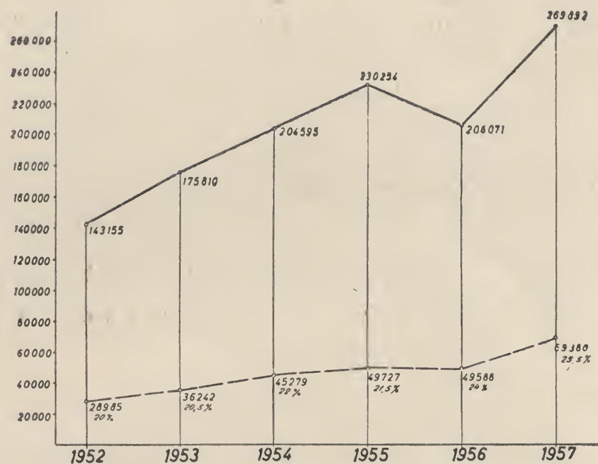
	1952	1953	1954	1955	1956	1957
Ukupno	72	81	93	99	100	101
Proizvodi industrije građ. materijala	76	87	97	102	100	100
Proizvodi drvne industrije	49	57	83	97	100	102
Proizvodi crne metalurgije	102	99	99	100	100	100
Proizvodi elektroindustrije	85	85	89	92	100	106
Proizvodi metalne industrije	108	102	101	101	100	95
Proizvodi kemijske industrije	105	105	96	100	100	104
Elektroenergija i gorivo	82	92	100	99	100	100

Iz tih se indeksa vidi vrlo nagli skok cijena u proizvodima drvne industrije ,a i industirje građevnog materijala od 1952. dalje. Međutim, proizvodi crne metalurgije, metalne industrije, kemijske industrije i elektroenergije se u posljednjih šest godina nisu u cijeni znatno mijenjali.

Nagli skok cijena uočen je u odnosu na 1956. još među ovim proizvodima industrije građevnog materijala: šljunak od 100 na 126; pijesak od 100 na 137; kamena kocka od 100 na 109; opeka od 100 na 106 i negašeni kreč od 100 na 108.

6. Vrijednost izvršenih građevinskih radova u svim sektorima (u milijunima dinara)

Grafikon 3 prikazuje vrijednost radova u svim sektorima.



Grafikon 3

——— *FNRJ (100%)*

— — — *NR Hrvatska*

U god. 1957. po sektorima djelatnosti je vrijednost izvršenih radova ova:

Ukupno	269 892	100 %
Općedruštveni sektor	230 383	85 %
Zadružni sektor	3 597	1,3%
Društvene organizacije	1 113	0,7%
Privatni sektor	34 799	13 %

U NR Hrvatskoj vrijednost radova općedruštvenog sektora iznosila je 56 983.

Udio privatnog sektora pojavljuje se napose kod stambenih zgrada, gdje iznosi 30 826 od ukupno 110 457 milijuna, ili 28%, te kod poljoprivrednih zgrada, gdje iznosi 3.473 od ukupno 8.314 milijuna, ili 42%.

Po vrstama objekata u vrijednosti radova sudjeluju u 1957

	FNRJ		NR Hrvatska	
Hidrograđevni objekti	22 075	8,1%	5 277	7,7%
Saobraćajni objekti	39 322	14.4%	10 250	14,5%
Elektroprenosi i veze	10 433	3,9%	3 408	4,9%
Istražna bušenja	9 313	3,5%	2 981	4,3%
Industrijske zgrade	18 516	6,9%	3 052	4,3%
Poljoprivredne zgrade	8 314	3,1%	2 560	3,7%
Ostale privred. zgrade	15 250	5,7%	5 204	7,6%
Zgrade društvenog standarda	110 457	41,0%	28 910	42,0%
Razno ostalo	36 212	13.4%	7 738	11,0%
Ukupno	269 892	100%	69 380	100%

7. Stambena izgradnja

Niže izloženi podaci interesantni su za stanovište udjela privatne svojine u stambenoj izgradnji, koja je znatna:

a) FNRJ

Broj izgrađenih stanova

	Ukupno	od toga društvena svojina	privatna svojina
1953.	38 199	9 099	29 100
1954.	34 208	12 339	21 869
1955.	29 848	12 907	16 942
1956.	37 005	14 375	22 630
1957.	44 531	17 979	26 552

Površina izgrađenih stanova u m^2

	Ukupno	od toga društvena svojina	privatna svojina
1953.	2 059 554	524 630	1 534 924
1954.	1 797 680	730 534	1 064 146
1955.	1 553 005	732 646	820 359
1956.	1 947 959	853 014	1 094 943
1957.	2 290 233	989 288	1 300 945

b) NR Hrvatska

Broj izgrađenih stanova

	Ukupno	od toga društvena svojina	privatna svojina
1953.	9 123		
1954.	7 836	2 402	5 434
1955.	6 462	2 318	4 144
1956.	9 235	2 960	6 275
1957.	10 806	3 877	6 929

Površina izgrađenih stanova u m^2

	Ukupno	od toga društvena svojina	privatna svojina
1953.	500 000		
1954.	427 000	151 183	275 817
1955.	358 894	143 223	215 671
1956.	501 984	181 779	320.205
1957.	561 111	212 793	348 318

Zaključak

Iz ovih ukratko objavljenih podataka i pregleda »Godišnjaka« vidi se, kakav opsežan i dokumentirani materijal možemo naći u toj vrlo korisnoj ediciji.

Često će se dešavati u praksi inženjera i tehničara — bilo da su oni u proizvodnji, bilo u naučnim ustanovama ili državnoj upravi — da će im trebati podaci o proporcijama građevne djelatnosti u okviru jugoslavenske privrede, pa će im upravo poznavanje sadržaja »Godišnjaka« u tom pravcu mnogo olakšati rad.

Konačno vjerujemo, da će Savezni zavod za statistiku rado primati svaku primjedbu i korisnu sugestiju iz redova građevinskih inženjera i tehničara za dalje poboljšanje i usavršavanje ove publikacije, što je pisac ovog prikaza i htio potaći, objavljujući skraćeni sadržaj »Godišnjaka« iz oblasti građevinarstva.

S naših gradilišta

DOVRŠENA JE IZGRADNJA HIDROELEKTRANE »GOJAK« KOD OGULINA

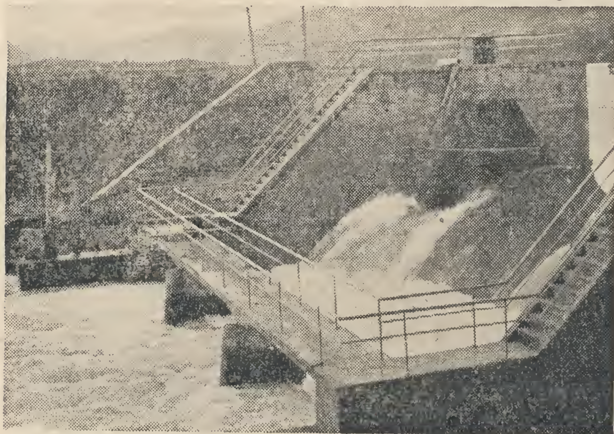
Ing. **Valter Janaček**, Zagreb

O izgradnji hidropostrojenja »Gojak« objelodanjen je niz članaka u ovom i u drugim časopisima,* u kojima je naša stručna javnost bila obavještavana o ključnoj problematici i toku građenja. U toku 1959. god. očekuje se izdavanje iscrpne monografije o izgradnji te hidroelektrane, pa stoga ne držimo potrebnim, da na ovom mjestu opširnije ulazimo u opis projekta i izgradnje.

Nakon što je u toku 1952. god. utvrđena kritična perspektiva energetske situacije u Sjeverozapadnoj Hrvatskoj, kao posljedica porasta potrošnje, koja je prelazila sva, i najoptimističnija očekivanja, pokazala se neophodnom potreba izgradnje jedne veće hidroelektrane u Zapadnoj Hrvatskoj, koja bi se mogla dovršiti u što kraćem roku. Krajem 1952. god. pala je odluka o izgradnji hidroelektrane, koja bi iskorištavala združene vode r. Mrežnice i Dobre kod Ogulina, s obzirom na relativnu ekonomsku povoljnost tog rješenja, kao i na okolnost, da je za to postrojenje postojala najrazrađenija projektna dokumentacija. Tako je već krajem 1952. god. započelo izvođenje prvih pripremnih radova, i to za varijantu HE »Kamenica«, kojim bi se vode r. Mrežnice i Dobre

* Vidi: »Građevinar« br. 2/56, 4/56, posebni broj 1956, 3/57, 7/57 i 12/57. — »Bilten Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske« br. 12/55 i 10/56.

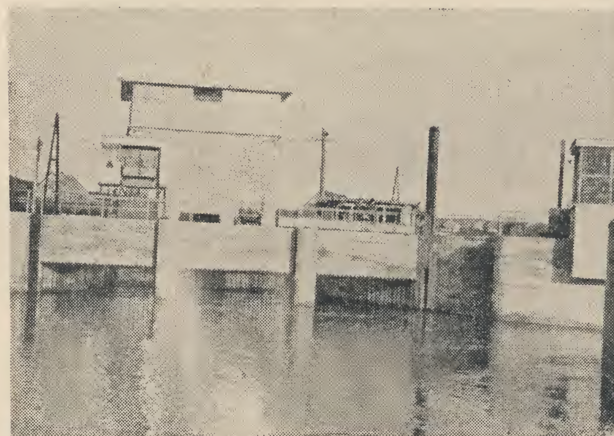
odvodile u Zvečajsku Mrežnicu. Kasnijom revizijom projekta usvojena je međutim varijanta odvođenja voda r. Mrežnice i Dobre u Gojačku Dobru, sa strojarnicom neposredno nizvodno od izvora te rijeke. Ova promjena projekta uslovila je izvjesno zakašnjenje početka radova. Tako su radovi na izgradnji najvećeg objekta, i to 9,6 km dugog dovodnog tunela, započeti tek početkom



Sl. 1. Zahvat r. Mrežnice — Zemljana nasuta brana sa prelivnim dijelom od betona

1954. god., dok je izgradnja ostalih objekata i to brane, ulaznih uređaja, strojarnice i dr. započeta tek sredinom 1955. god.

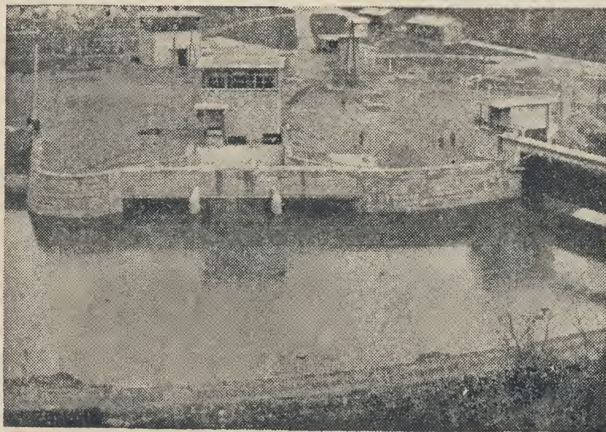
Kako je poznato, dovodni tunel ove hidroelektrane situiran je s obzirom na mogućnost izvođenja vrlo nepovoljno, jer su sva moguća radna mjesta dostupna dubokim kosim oknima. S tih razloga,



Sl. 2. Zahvat r. Mrežnice — Ulazni uređaj sa zatvaračnicom, desno prelivni dio brane

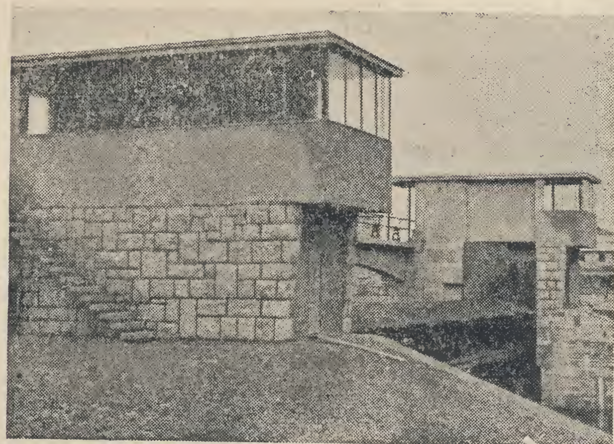
kao i zbog povremenih početnih teškoća oko finansiranja te gradnje, napadnute su neke dionice tog tunela tek početkom 1955 godine.

Predvidivi rok dovršetka građevinskih radova od 31. XII. 1957. god. prekoračen je, tako da je postrojenje s građevinske strane bilo spremno za pogon tek krajem mjeseca XI. 1958. god., nakon što su provedena ispitivanja gubitaka vode u dovodnom tunelu dala dobre rezultate. Glavni uzrok



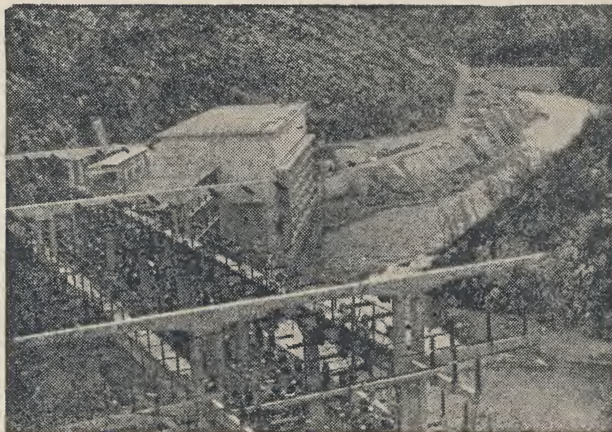
Sl. 3. Zahvat r. Dobre — Ulazni uređaj sa zatvaraćnicom, desno betonska brana

produženju trajanja izvođenja građevinskih radova leži u tome, što su prilike terena, u kojem se izgrađivao dovodni tunel, bile znatno nepovoljnije nego što su bile pretpostavljene prije početka radova. Zbog toga trebalo je



Sl. 4. Zahvat r. Dobre — Brana

izvesti pojačane tipove tunelske obloge i boriti se stalno s jakim podvirnim vodama. Uslijed postojanja prilično raspucane stijene trebalo je izvesti konsolidacione radove (kontaktne i konsolidacione injekcije), vrlo opsežne po opsegu i vrijednosti, i to 4 do 5 puta više nego što je prvotnim projektom bilo predviđeno. To je, prirodno, produžilo trajanje izvođenja radova. Nedovoljna mehaniziranost izvođenja radova je jedan daljnji momenat, koji nije dopustio brže izvođenje. Dovoljno je samo spomenuti, da za izvođenje ovih teških, opsežnih i specifičnih građevinskih radova, tj. za nabavu neophodne suvremene građevinske mehanizacije iz uvoza, nisu bila stavljena na raspo-

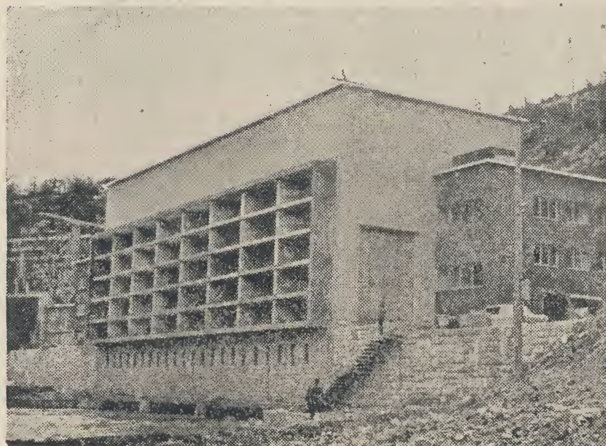


Sl. 5. Strojarnica i rasklopno postrojenje

laganje nikakva devizna sredstva. Izvođač, građevinsko poduzeće »Hidroelektra« iz Zagreba, postigao je zapažene uspjehe primjenom domaće opreme standardne i vlastite konstrukcije. Međutim, s obzirom na veličinu glavnog objekta t. j. dovodnog tunela, ipak su bila primijenjena sredstva nedovoljna, jer su ona dostajala za suvremenije izvođenje radova samo na cca 60% dužine tunela.

Kod izgradnje ovog postrojenja činila je naša građevinska operativa krupni korak naprijed. Na ovoj gradnji prvi puta se kod nas u FNRJ pokušalo s primjenom suvremenih metoda bušenja i betoniranja takvih tunela i postignuta su dragocjena iskustva, koja su omogućila našoj građevinskoj operativi, da se sada prihvati izgradnje još daleko većih hidropostrojenja, za koje možemo bez pretjerivanja tvrditi, da su svjetskih razmjera, kao na pr. hidroelektrana »Split« i hidroelektrana na Trebišnjici.

Puštanje u pogon ove hidroelektrane s instaliranom snagom od 48 MW i prosječnom godišnjom proizvodnjom od 190 GWh predstavlja značajan doprinos energetskom sistemu Sjevero-zapadne Hrvatske i ostalim povezanim sistemima. HE »Gojak« predstavlja drugo po veličini izgrađeno hidropostrojenje u NR Hrvatskoj i uz vršno akumulaciono postrojenje HE »Nikola Tesla« (Vinodol), koje ga tek neznatno premašuje po godišnjoj proizvodnji, ono je zasada najznačajniji hidroenergetski objekat u našoj republici.



Sl. 6. Strojarnica

Već prije nekoliko mjeseci opustjela su gradilišta ove hidroelektrane, na kojima je bilo zaposleno i do 1500 radnika. Završeni su hidrograđevinski radovi na pojedinim glavnim objektima. U toku su završni radovi, koji se izvode paralelno s montažom opreme ili po njenom završetku.

U toku građenja utrošeno je samo za pripremne i glavne građevinske radove gotovo 5,3 milijardi dinara i izvršeni su količinski vrlo zamašni radovi, i to kako na samom glavnom hidrograđe-



Sl. 7. Trafo-ćelije i rasklopni uređaj

vinskom objektu, tako i na izvedbi opsežnih radova, uzrokovanih izgradnjom hidroelektrane, kao na pr. opskrba vodom šireg područja Ogulina sve do Tounja, preloženje komunikacija u području akumulacija i dr. Glavni objekat hidroelektrane, t. j. dovodni tunel dužine 9,6 km, predstavlja najveći objekat takve vrste izveden dosada u našoj državi.

Danas, kad je ova hidroelektrana izgrađena i stoji neposredno pred pogonom, ne vidi se mnogo od velike množine izvedenih radova, jer više od 3/4 ukupnih građevinskih radova otpada na podzemne objekte.

Sve građevinske radove izvodilo je građevno poduzeće »Hidroelektra« iz Zagreba, dok su konsolidacione radove u tunelu i oko brana izvela specijalizirana poduzeća »Elektrosond« i »Geoistraživanja« iz Zagreba.

Iz inozemnih časopisa

ISKORIŠTENJE PLIME ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE U ZALIVU FUNDY?

(Civil Engineering, New York, decembar 1958.)

Sve veća potrošnja energije u svijetu nameće potrebu da se pažljivo razmotre svi njeni potencijalni izvori. Prema procjenama Američke energetske komisije potrošnja energije u SAD bit će u 1980. g. četiri puta veća nego danas.

Karakterističan primjer težnje za pronalaženjem novih energetskih izvora jesu istražni radovi, koji se vrše s troškom od 3,3 miliona dolara, da bi se ispitale mogućnosti proizvodnje električne energije iz plime u uvalama Passamaquoddy i Cobscook (u zalivu Fundy, na granici SAD-a i Kanade na Atlantskom oceanu). Istražni radovi su počeli prije tri godine i upravo se dovršavaju.

Iskorištenje plime u energetske svrhe ima izvjesne prednosti nad drugim oblicima iskorištenja vodnih snaga. Postrojenja te vrste nisu ovisna o sušama i poplavama, ledu i taloženju nanosa, koji smanjuju kapacitet i skraćuju vijek trajanja riječnih postrojenja. Plima predstavlja vrlo pouzdan izvor energije, čija se jačina može sa sigurnošću predskazati.

Prirodno je, da najveća mogućnost iskorištenja plime postoji ondje, gdje su plime visoke. U tom pogledu su prilike u zalivu Fundy vrlo povoljne. Na kraju zaliva ekstremne visine plime dosižu visinu 18 m. Za iskorištenje su, međutim, povoljnije topografske prilike na početku zaliva, na ulazu u uvale Passamaquoddy i Cobscook, gdje visine plime variraju između 3,7 m i 7,9 m i iznose u prosjeku 5,6 m. Svakog dana po dva puta u te se uvale slivaju kroz morske tjesnace ogromne količine vode (do 4 milijarde m³).

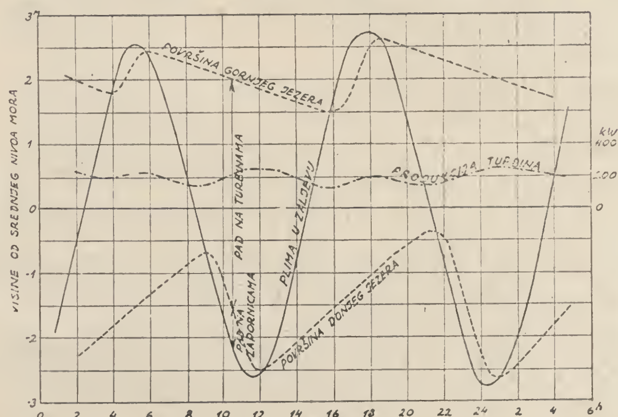
Sva rješenja za iskorištenje plime predviđaju izvjestan akumulacioni prostor, jedan ili više njih. Ako se predvidi jedno akumulaciono jezero, ono može da akumulira vodu kod plima, a ispušta je kroz turbine kod osjeka, a može i da se prazni kod osjeka, da bi se kod plima punilo kroz turbine. Ako se upotrebe dva jezera, jedno može da se puni kod plima i drugo da se prazni kod osjeka, a energija da se dobiva istjecanjem vode iz prvog jezera u drugo. Moguće su razne kombinacije tih metoda, bilo u čistom obliku ili uz primjenu ciklusa crpljenja.

Prije nego se u ovom slučaju prišlo izboru najpogodnije metode, vršeni su opsežni istražni radovi u području uvala Passamaquoddy i Cobscook. Ti radovi su obuhvatili bušenja u plićacima i velikim dubinama mora, bušenja na kopnu, geofizička istraživanja, analizu tala i mjerenja plime i osjeke. Najskuplja i najteža su bila bušenja u dubokom moru i geofizička istraživanja.

Bušenja u dubokom moru vršena su, da bi se omogućilo optimalno projektno rješenje i najpogodnija lokacija za elektranu, brane i brodarske ustave. Vađenje jezgri u moru do 92 m dubine, uz kretanje vode kod plime i osjeke brzinama do 1,8 m/sec, predstavlja rekord svoje vrste. Lađa, s koje je vršeno bušenje, bila je 73 m dugačka. Bušenje se vršilo kroz cijev vodilicu promjera 76 cm, koja je bila spuštena od palube lađe do blizu morskog dna. Ta cijev je smanjila učinak strujanja mora na dugački štap sastavljen od šipki za bušenje. U svemu je izvedeno 15 dubokih i 6 plitkih bušenja u moru.

Za kartiranje uvala i kontrolu bušenja u moru upotrebljeni su zvučni dubinomjeri. Pomoću stroja nazvanog »sonoprobe« kartirane su obje uvale i utvrđena priroda i debljina morskog nanosa. Taj stroj emitira zvučne signale, koji prodiru kroz podvodne sedimente, a zatim bilježi odjek od dotjecajnih površina između nanosa i pećinskog dna. Utvrdilo se da stroj ne može da razlikuje pećinu od šljunka, ali da razlikuje marinske gline. Kako pećina i šljunak predstavljaju adekvatnu podlogu za fundiranje nasutih kamenih brana, rezultati dobiveni tim strojem predstavljaju korisne informacije za ocjenu vrijednosti tla.

Provedeni istražni radovi omogućili su usporedbu nekih 60 varijanti. Našlo se, da bi varijante s jednom akumulacijom i sa dvije samostalne akumulacije mogle da dadu veću ukupnu produkciju energije, ali da bi one osiguravale samo isprekidanu dobavu energije, i to uz veći trošak nego varijanta sa 2 spojena jezera, kod koje se postizava prilično ujednačena proizvodnja (slika). Prema toj varijanti predviđeno je da se izgradi uvala Passamaquoddy s površinom od 260 km²



kao gornje jezero, a uvala Cobscook s površinom od 100 km² kao donje jezero. Ukupna dužina brana predviđena je sa 8,5 km. U branama između gornjeg jezera i zaliva Fundy predviđa se 90 otvora za upuštanje vode u jezero, a u branama između donjeg jezera i zaliva Fundy 70 otvora za pražnjenje jezera. Između gornjeg i donjeg jezera bit će smještena elektrana, čija će godišnja proizvodnja predvidivo iznositi 1,9 milijardi kWh.

Građenje brana dužine 8,5 km u moru sa dubinama i preko 90 m, uz strujanje vode velikim brzinama predstavlja vrlo težak tehnički problem. Smatra se međutim ,da će se radovi moći izvesti i uz upotrebu konvencionalne mehanizacije. Još nije riješeno pitanje, na koji će se način kamene nasute brane učiniti nepropusnim za vodu. Iako će se za temelje strojarnice morati iskopati preko 13 miliona m³ ilovače, vjerojatno se ilovača ne će moći ugrađivati u branu, jer zasada nisu poznate metode, kako provesti komprimiranje pod vodom.

Otvori za punjenje i pražnjenje jezera bit će vjerojatno snabdjeveni vertikalnim tablastim zatvaračima veličine 9/9 m.

Brodarske ustave predviđene su četiri: jedna između zaliva Fundy i gornjeg jezera, dvije između zaljeva i donjeg jezera i jedna između oba jezera, tako da će plovidba biti omogućena u svim pravcima.

Kod izbora turbina razmatrane su dvije alternative: turbine konvencionalnog tipa s nepokretnim lopaticama i turbine kruškastog oblika s horizontalnom osovinom, koji je tip usvojen za projekt postrojenja la Rance u Francuskoj (vidi Građevinar broj 5/1956). Upotrebom turbina kruškastog tipa postigle bi se značajne uštede, ali s obzirom na nedovoljna iskustva s njima (neriješena pitanja održavanja i t. d.) nisu one u ovoj početnoj fazi projektiranja postrojenja Passamaquoddy uzete u obzir.

Predviđa se, da će biti upotrebljeno 30 turbina po 10 MW s vertikalnom osovinom, promjera 8 m. One će biti smještene u branu dužine 700 m.

Struja će se transformirati za SAD na napon 230 kV, a za Kanadu na napon 139 kV.

Kod razmatranja ekonomičnosti elektrana, koje iskorištavaju plimu, treba imati u vidu, da kod njih redovno nije moguće prilagođavanje proizvodnje energije potrebama konzuma. Kao što se vidi iz slike, dijagram proizvodnje ove elektrane je u oštrom kontrastu s uobičajenim shemama potreba konzuma (sa dnevnim vrškovima u radne dane). Daljnji nesklad nastaje uslijed periodičnih promjena proizvodnje takvih elektrana u ovisnosti o periodičnom izmjenjivanju velikih plima sa plimicama. Nezgodno je i to, što se prikazani dijagram proizvodnje pomiče svaki dan za 50 min.

Da bi se pomirile ove suprotnosti, traže se razna rješenja:

1. Najjednostavniji je slučaj, ako se proizvedena energija može predavati dovoljno snažnoj mreži, koja je u stanju apsorbirati diferencije između opterećenja i proizvodnje (to je, na pr., slučaj kod spomenute elektrane La Rance).
2. Izgradnja pomoćne termoelektrane za pokrivanje vrškova. To će rješenje najčešće biti neekonomično zbog toga, jer bi iskorištenje tih termoelektrana u odnosu na instalirani kapacitet bilo vrlo malo.
3. Podizanje dopunskog postrojenja za prepumpavanje vode u rezervni basen.
4. Povezivanje s riječnom hidroelektranom, ako za to postoje uslovi.

Ako se u slučaju elektrane Passamaquoddy utvrdi, da bi njena proizvodnja bila jeftinija od proizvodnje termoelektrana, trebat će još utvrditi, da li bi privreda toga kraja mogla već sada apsorbirati tako veliku količinu električne energije, ili bi tek trebalo privući novu industriju (i kakovu), ili bi trebalo računati s prenosom energije na velike udaljenosti. Na sva ova pitanja treba da dade odgovor zajednička komisija vlada SAD-a i Kanade prije nego bi se pristupilo odlučivanju o realizaciji ovog prvog značajnijeg projekta za iskorištavanje plime na američkom kontinentu. *B. P.*

BRANA OROVILLE BIT ĆE NAJVIŠA ZEMLJANA BRANA — 222 m

(Engineering News-Record, New York, decembar 1958.)

Kalifornijska uprava za vodoprivredu donijela je odluku da se brana na rijeci Feather kod mjesta Oroville, koja će biti visoka 222 m, izvede kao zemljana nasuta brana. Ispod nepropusne jezgre od ilovače bit će izgrađen betonski čep visine 47 m. U taj čep će biti smještena elektrana.

Zasada je najviša zemljana brana na svijetu brana Swift na rijeci Lewis, koja ima visinu 158 m.

Brana Oroville bit će u kruni brane 1 500 m duga. Ona je locirana u dolini sa blagim padinama, kroz koju teče rijeka u uskom koritu. Korito rijeke će biti pregrađeno betonskom građevinom trapeznog presjeka, sadržine 760 000 m³. Nepropusna jezgra zemljane brane bit će postavljena na gornju površinu betona, tako da će visina jezgre iznositi samo 175 m (vidi sliku). Ali i tako mjerena, to će biti najviša zemljana brana na svijetu.

Brana je sastavni dio programa za navodnjavanje Kalifornije, koji će stajati 1,6 milijardi dolara. Dio programa, koji se odnosi na akumulaciju kod mjesta Oroville, cijeni se na 445 miliona dolara, u kojoj svoti je sadržan trošak brane i centrale sa svotom od 260 miliona dolara.

Kod izbora brane bila su razmatrana još i 4 tipa betonskih brana: gravitaciona, razvedena s pločom i stupovima, višelučna i kombinirana lučna. Betonska brana prvog tipa bila je mnogo skuplja od zemljane, dok su ostale tri bile približno jednake cijene, ali su isključene uglavnom zbog neizvjesnih posljedica, koje bi nastale kod mogućeg nejednakog sjedanja na padinama doline.

Elektrana će biti smještena u betonski čep usred brane, duboko pod zemljanim nasipom. Obilazni tuneli, koji će se izgraditi prije početka građenja brane, služit će kao odvodni tuneli elektrane.

U prvoj fazi će biti instalirano 6 agregata s ukupnom snagom 600 000 kW, ali će se u strojarnici predvidjeti prostor za kasnije proširenje na dvostruko veći kapacitet.

Materijal za branu (60 miliona m³) dovozit će se iz udaljenosti 16 km. U projektu se računalo sa dovozom kolosjekom, ali izvođač će se moći odlučiti i za prevoz kamionima ili transportnom vrpcom.

Presjek brane, koji je prikazan na skici, još nije definitivan. Izrada detaljnih nacrta je u toku i postoji mogućnost da se brana izvede sa vertikalnom nepropusnom jezgrom. *B. P.*

KAKO SE U SSSR-u ODGAJAJU INŽENJERI

(Engineering News-Record, New York, decembar 1958.)

Standardi tehničkog školovanja u Rusiji su visoki. Mladi sovjetski inženjeri imaju dobre temelje, a najbolji među njima su isto tako dobri kao bilo gdje drugdje u svijetu. Međutim, njih odgajaju za vrlo usko specijalno polje rada (u svemu postoji 160 raznih struka).

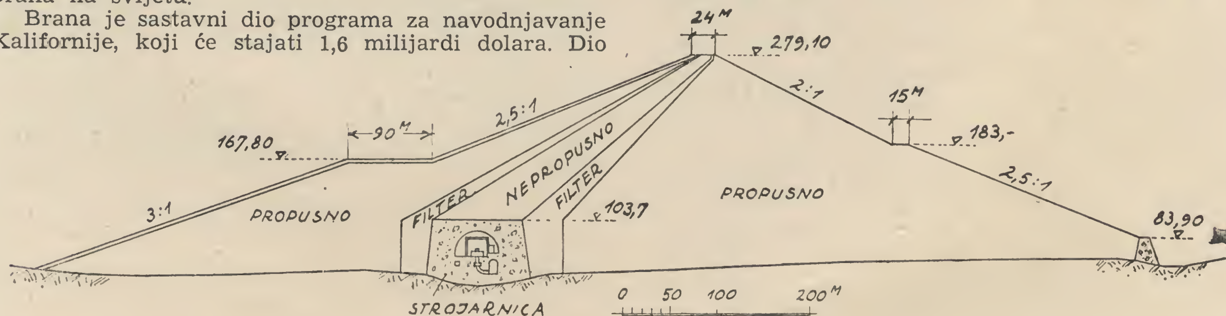
To su zaključci misije, sastavljene od 8 nastavnika američkih visokih tehničkih škola. Oni su proveli 3 nedjelje u Sovjetskom Savezu, proučavajući sistem školovanja.

Prema izvještaju misije svaki student, kad traži prijem na visoku školu, mora da odabere specijalnu struku, koju želi studirati. On se ujedno obavezuje, da će se kasnije zaposliti u istoj struci. Student se može natjecati samo za jednu struku u jednoj godini. Ako ne bude primljen, on ne smije da se natječe sve do iduće godine. Kako je konkurencija oštra, slabiji đaci podnose molbe za upis na područjima i u školama gdje je konkurencija slabija.

Studije traju 5—5½ godina. Prve dvije godine se uče teoretski predmeti, ali se već i te predmete nastoji ilustrirati na primjerima iz specijalne struke studenta. U posljednje 3 do 3½ godine sve više se posvećuje pažnja specijalizaciji.

Studenti su vrlo marljivi i ambiciozni u predavaonicama i laboratorijima, a nastavni programi su detaljno i znanstveno planirani.

Misija je putovala u Sovjetski Savez u okviru razmjene znanstvenih i kulturnih delegacija. Očekuje se, da će u februaru 1959. jedna sovjetska misija uzvratiti posjetu. *B. P.*



POŽAR U ČIKAGU JE OZBILJNA OPOMENA

(Engineering News-Record, New York, decembar 1958.)

Početkom decembra 1958. izbio je u jednoj osnovnoj školi u Čikagu požar, u kojem je izgubilo život 89 djece i 3 opatice. Mnogo je ranjenih. Na dan požara nalazilo se u školi 1 200 učenika.

Zgrada škole je U oblika, sa dva krila, jednokatna sa suterenom. U svakom krilu su bila 3 stubišta i 16 učionica.

Požar je izbio u sjeveroistočnom stubištu sjevernog krila zgrade. Uzroci požara nisu poznati, ali se nagađa, da je krivo nagomilavanje papira i smeća u suterenu pod stubama, koje vode za prizemlje i prvi kat. Stubište je djelovalo kao dimnjak i vatra se proširila velikom brzinom na prvi kat (u prizemlju su širenje vatre spriječila čelična vrata u hodniku).

Nosivi zidovi zgrade su od opeke. Pregradne stijene su drvene, ožbukane. I krovište je bilo drveno, a isto tako i stubišta. Zgrada je sagrađena 1910. god., a rekonstruirana 1951. god. Mjesec dana prije požara pregledala ju je nadležna gradska komisija i nije stavila nikakav prigovor.

Još nije objašnjeno, zašto je dim, koji je kuljao iz zlosretnog stubišta, bio gust i crn, ali se vjeruje, da je tome uzrok što su podovi bili od linoleuma.

Nejasno je i to, kako su se vatra i dim tako brzo proširili u prvom katu, kroz hodnike i razrede. Brzina vatre je očigledno unijela paniku među djecu i učinila ih nepokretnim. Mnoge su žrtve prouzrokovane gušenjem.

U čitavoj zemlji se vodi akcija, da se stare školske zgrade prilagode novim građevinskim shvaćanjima, da se iz njih odstrani starudija i da se instaliraju sprinkler uređaji. *B. P.*

Iz Društva građevinskih inženjera i tehničara N R Hrvatske

»POTSJETNIK O TEČAJU CEMENT I BETON«

U broju 1/1959. časopisa »Građevinar« objavljeno je, da će ove godine biti štampan dio materijala tečaja »Cement i beton«.

Sredinom mjeseca veljače izašlo je iz štampe predavanje prof. ing. Petra Sabioncella o »Koroziji betona« i prof. dr. ing. Vladimira Juranovića »O vibriranju«. Ovih dana izlaze iz štampe još slijedeća predavanja: »Studij rada« od ing. Dragutina Taboršaka, »Pojednostavnjenje rada« od ing. Čedomila Buchbergera i »O ispuni u betonu« od ing. Zvonka Špringera. U štampi se nalaze daljnjih 5 predavanja, a u pripremi su još 4 predavanja. Na taj način bit će u prvoj nakladi štampano 14 tekstova s ukupno cca 250 stranica.

Svako predavanje štampano je kao cjelina i uvezano je zasebno pa će se tako moći nabavljati. Kompletno izdanje, predviđenih 14 tekstova, stajati će oko 1800.— dinara. Za članove Društva predviđen je popust od 15%.

Obzirom na ograničenu nakladu preporuča se poduzećima i ustanovama, da izvrše paušalnu pretplatu od Din 1500.— s time, da će se naknadno obračunati stvarni troškovi koštanja kompletnog prvog izdanja. Narudžbe i uplate pretplate prima Podružnica Društva građevinskih inženjera i tehničara Hrvatske u Zagrebu, te treba u narudžbi označiti broj komada kompleta »Potsjetnika o tečaju CEMENT i BETON«, koji se naručuje. Novac poslati poštanskom uputnicom ili na Tek. račun kod Gradske štedionice br. 400-73-3-652 s oznakom »Za potsjetnik« s točnom adresom naručioca.

Prvenstvo kod narudžbi imat će poduzeća i ustanove odnosno njihovi službenici, koji su bili na tečajevima »Cement i beton« godine 1957, 1958 i ove godine. U narednim brojevima časopisa »Građevinar« objavljivat ćemo izašle tekstove »Potsjetnika« te pojedinačnu cijenu svakog primjerka. *Z. Š.*

MEĐUNARODNA KONFERENCIJA ZA ZAŠTITU OBJEKATA I OPREME HIDROELEKTRANA

Beograd, Septembar 1959.

Savez društava za zaštitu materijala FNRJ odlučio je da pristupi organizovanju međunarodne konferencije za zaštitu objekata i opreme hidroelektrana (betonskih brana i betonskih objekata, zapornica, tunelskih konstrukcija, vodova pod pritiskom, hidromehaničkih oprema — turbine, dovodni i odvodni organi turbina — električne opreme i pomoćnih uređaja, kao i prenosnih uređaja za elektroenergiju). Posebno će biti izloženi problemi zaštite od požara na elektroenergetskim postrojenjima.

Konferencja je namijenjena stručnjacima koji rade na održavanju pogona hidroelektrana, i onima koji rade na problemima izgradnje objekata i projektovanja postrojenja, mašina i instalacija za hidroelektrane.

Rad će se odvijati po sekcijama u kojima će se tretirati problemi oštećenja materijala u hidroelektranama, s naročitim osvrtom na mjere zaštite odnosnih objekata.

Referati će se podnositi na jednom od ovih jezika: srpskohrvatskom, engleskom, ruskom, francuskom i njemačkom.

Pored saopćenja i referata, po kojima će se diskusija voditi u sekcijama, predviđaju se i plenarna predavanja poznatih stručnjaka iz ove oblasti.

Konferencija će se održati od 13—18 septembra 1959 godine u Beogradu, a zaključci će se donijeti na završnom sastanku 20 septembra 1959 godine u Mariboru.

Poslije konferencije predviđaju se posjete hidroelektranama i preduzećima za izradu opreme.

Svi materijali iznešeni na ovoj konferenciji objavit će se u posebnom broju časopisa »Zaštita materijala«, organu Saveza društava za zaštitu materijala FNRJ.

Prijave za učešće, kao i prijave za referate i saopćenja slati na adresu:

ODBOR ZA ORGANIZACIJU MEĐUNARODNE KONFERENCIJE ZA ZAŠTITU OBJEKATA I OPREME HIDROELEKTRANA

Beograd, Kneza Miloša 7/III. Pošt. fah 771

Krajnji rok za primanje prijava za referate i saopćenja je 1 mart 1959 godine.

Bibliografija

Statik im Bauwesen. Band II. Festigkeitslehre. Von Bauing. Fritz Bochmann, unter Mitwirkung von Baurat Dipl. Ing. W. Fritz, Bauing. Rudolf Poppe, Dipl.-Ing. Wernwe Sauerzapf und Dr.-Ing. Erhard Hampe. Herausgeber: Deutsche Bauakademie, Zentrale Abteilung Hoch- und Fachschulen. Fachbuchverlag Leipzig, 1958. (387 str. sa 299 slika uvez. u vještačku kožu, cijena 14,50 DM.)

Ova knjiga je drugi dio opsežnog udžbenika statike u građevinarstvu, koji će imati svega tri sveska. Dok su u prvom svesku, objavljenom krajem prošle godine, obrađeni jednostavni statički određeni sistemi, ovaj drugi svezak sadrži nauku o čvrstoći.

Cijelo djelo zamišljeno je u prvom redu kao udžbenik za studij u redovnim školama, zatim večernjim i dopisnim školama, a k tome i kao priručnik u praksi. Način izlaganja materijala je takav, da će djelo moći dobro poslužiti ne samo učenicima srednjih tehničkih škola, nego i studentima na višim i visokim školama (fakultetima). U matematskim izvodima autori se služe osnovima diferencijalnog i integralnog računa, pa je tumačenje prema tome na višem nivou nego u našim udžbenicima za srednje tehničke škole.

Cio materijal raspodijeljen je pregledno u dvanaest glava (osnovni pojmovi nauke o čvrstoći, čvrstoća za zatezanje i pritisak, odrezna čvrstoća, površinski momenti, čvrstoća za savijanje, čvrstoća za smicanje, deformacije pri savijanju i smicanju, čvrstoća za izvijanje, dvoosno koso savijanje, torziona čvrstoća, višeosna naponska stanja, složena čvrstoća). Svaka od tih glava razdijeljena je sistematski na odsjeke i pododsjeke, s vrlo dobro sastavljenim rezimeom na kraju. I taj sadržaj pokazuje, da je nivo udžbenika relativno visok za srednje škole.

Knjiga je razrađena s velikom pažnjom. Iako je izražavanje u tekstu vrlo precizno, tumačenje je svuda lako razumljivo. Primjeri su dobro odabrani i uzorno izrađeni. Slike su vrlo dobre i pregledne, djelomično s aksonometrijskim prikazivanjem. Može se reći, da u stručnoj literaturi rijetko nailazimo na knjigu, koja tako potpuno zadovoljava svim zahtjevima što se mogu postaviti na djelo takve vrsti.

Dr. Ing. R. Kušević

Berufskunde für Dachdecker. Band. II. Allgemeine Fachkunde. Von Karl-Heinz Kuhnlein. Fachbuchverlag, Leipzig 1958. (200 str., sa 93 slike i 3 table, cijena uvez. u poluplatno 12.— DM).

Ovaj je udžbenik namijenjen učenicima u privredi, koji treba da se izobraze za kvalificirane radnike odn. majstore krovopokrivačke struke. Napisana je kao drugi od niza svezaka, u kojim će se sistematski izložiti stručna teorija krovopokrivačkog zanata. (Nedavno izašli prvi svezak obrađuje stručno crtanje). Potrebu za takvim djelom izazvao je vrlo obiman program stambene izgradnje u Njemačkoj Demokratskoj Republici u okviru trećeg petogodišnjeg plana. Kako je osnovna pretpostavka za tu izgradnju industrijalizacija građevinarstva, treba da se podmladak građevinskih stručnih radnika već od početka izobrazbom tako osposobljava, da je po završetku izobrazbe dorasao sve većim zahtjevima nove tehnike pokrivanja krovova.

Dobar prijem, na koji je naišao prvi svezak ovoga djela, dao je autoru poticaj da u daljnim svescima pruži zaokruženo djelo za politehničku izobrazbu mladih građevinskih radnika.

U ovom drugom svesku tog djela izloženi su u pet glava osnovi znanja o pokrivanju krovova. Te glave nose nazive: krov, pokrov i njegovi zadaci, pokrivač krovova, materijali za pokrivanje krovova, organizacija gradilišta, upotreba pomoćnih sredstava, osiguranje pri radu, postupanje kod nezgoda. Kako se vidi po tom pregledu, prvo je dan opći pregled o zadacima i oblikovanju krova. Zatim su, zbog razumijevanja pravila za pokrivanje krovova, koja će biti izložena u daljnjim svescima, objašnjena fizikalna djelovanja vanjskih i unutarnjih klimatskih utjecaja na krov i njegov pokrov i prikazano je uklanjanje i odvođenje tih djelovanja; konačno autor izlaže proizvodnju različitih materijala za pokrivanje krovova, njihova svojstva i njihovu upotrebu.

Cio je materijal prikazan vrlo pregledno i objašnjen na lijepo izrađenim slikama i crtežima. U dodatku dani su na 32 stranice u izvodu građevinski propisi, zatim propisi za osiguranje radnika i propisi za izradu skela (Gerüstordnung, DIN 4220). *R.*

Hydraulique générale. A. Schlag. 2 izd. Dunod, Paris (246 str., cijena 2 600 fr.)

Autor izlaže sažeto, ali ipak razumljivo, glavne principe hidraulike i daje sigurne metode za rješenje problema, koje postavlja industrijska praksa. Njegova izlaganja ne ograničavaju se samo na tekućine; on nastoji svaki puta pokazati, kako se predložene metode mogu primijeniti na plinove ili paru.

Autor je izbjegao duga matematska izlaganja, pa se više služi rezoniranjem i sličnostima u mehanici, ne samo zato, što je taj način shvatljiviji, nego i zato, što predstavlja most između teorije i prakse, na koji se podjednako oslanja većina naših modernih shvatanja u hidraulici. *(BD)*

Memento d'hydraulique pratique. J. Valembois. Eyrolles, Paris (108 str., cijena 950 fr.)

Da bi mu djelo bilo koncizno i praktično, autor se udaljio od uobičajene forme podsjetnika, trudeći se naročito da materiju prikaže u logičnoj povezanosti. Različiti aspekti problema tretirani su tako, da je uvijek na prvo mjesto stavljena praktična hidraulika, ali bez zanemarivanja mehanike tekućica.

Nakon općeg uvoda, autor prelazi postepeno na praktičnu primjenu hidraulike, fizikalna svojstva, statiku i tok tekućica, promjene tlaka u tekućici u pokretu, kvantitetni teorem kretanja, metode dimenzijske analize, izvršenu silu zbog zapreka kod tekućica u trajnom pokretu, studije na smanjenim modelima, mjerenja (nivoa, pritiska, brzine, protoka). *B. D*

Irrigation and Hydraulic Design. Tome 2. Irrigation Works. S. Leliavsky, Chapman & Hall Ltd., London 1957. (Cijena 294 sh., 864 str., 712 crteža.)

Taj drugi svezak trodjelne serije naročito je posvećen teoriji i specijalnim metodama koncepcije objekata za navodnjavanje. Navedeni su regulatori svih mogućih dimenzija, a opisani su objekti od najmanjeg dovodnog kanala do brane na Nilu. Sifoni, kanali, rezervoari; koncepcija i studija natapnih kanala, fiksnih i pokretnih mostova na kanalima itd.; ukratko, svi objekti koji se, iako bi se mogli naći i u drugim područjima hidraulike, naročito primjenjuju u praksi navodnjavanja. Djelo je bogato ilustrirano sa više od 700 dijagrama, karata i tabela.

Ing. B. D.

NAŠE GRAĐEVINARSTVO, god. XII, br. 2, februar 1959, Beograd: Hiba: Viseći most sa zglobom u gredi za ukrućenje. — Tufegdžić: Svojstva aktivnih tufova i mogućnoti njihove upotrebe u građevinarstvu. — Kovačić: Drvene ili armiranobetonske krovne konstrukcije? — Bosnić: Projekat železničkih tunela. — Brzaković: Prilog proučavanju upotrebe letećeg pepela u građevinarstvu, I. — Zajec: Šarenilost u proizvodnji tankostjene opeke.

IZGRADNJA, god. XII, br. 11—12, novembar—decembar 1958, Beograd: Urošević: Osobine i primena durisola. — Nadić: Industriska izgradnja stanova u Francuskoj. — Grkinić-Vuksan: Savremeni pod u stanbenim zgradama. — Blagojević: Pregrada Ibs Persenbojg na Dunavu. — Savić: Novine u konstrukcijama postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda. — Hroch: Kriterijum otpornosti tla na mrazu. — Vučetić: Šesti internacionalni kongres za visoke brane. — Vrste podova. — Cene građevinskog materijala u oktobru 1958.

VIADUKT

GRAĐEVNO PODUZEĆE - ZAGREB

